

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.)

Ahmad Jaenuri¹, Mokhamad Fatoni Kurnianto¹, Mohammad Mardiyanto¹, Aulia Brilliantina^{1*}

¹Teknologi Industri Pangan, Jurusan Teknologi Pertanian, Politeknik Negeri Jember

*Email Koresponden: aulia_b@polije.ac.id

Received: 24 April 2025 | Accepted: 11 Juli 2025 | Published: date

Kata Kunci

aktivitas antioksidan, kerupuk ikan lemuru, kulit buah naga merah

Copyright (c) 2025

Authors Ahmad Jaenuri,
Mokhamad Fatoni
Kurnianto, Mohammad
Mardiyanto, Aulia
Brilliantina



This work is licensed
under a [Creative
Commons Attribution-
ShareAlike 4.0
International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh penambahan ekstrak kulit buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*) terhadap karakteristik sensori, komposisi kimia, dan aktivitas antioksidan kerupuk ikan lemuru. Empat formulasi diuji dengan konsentrasi ekstrak 0 %, 10 %, 20 %, dan 30 %. Parameter sensorik meliputi uji hedonik terhadap warna, rasa, tekstur, dan aroma, sementara parameter kimia mencakup kadar air, abu, protein, lemak, serta aktivitas antioksidan menggunakan metode DPPH. Hasil menunjukkan bahwa penambahan ekstrak kulit buah naga merah hingga 30 % memberikan dampak positif terhadap karakteristik sensori (warna dan rasa), kandungan mineral (abu), serta aktivitas antioksidan produk. Kadar air dan abu meningkat seiring peningkatan konsentrasi ekstrak, mencerminkan sifat higroskopis dan kandungan mineral dari kulit buah naga. Sebaliknya, kadar protein mengalami penurunan pada konsentrasi tertinggi, sedangkan kadar lemak tidak menunjukkan perubahan yang signifikan. Aktivitas antioksidan meningkat secara signifikan, dari 20,03 % menjadi 47,17 %, menunjukkan kontribusi senyawa fenolik dan betalain dalam menetralkan radikal bebas. Hasil ini menunjukkan bahwa ekstrak kulit buah naga merah berpotensi sebagai bahan tambahan fungsional pada produk pangan berbasis ikan, meningkatkan kualitas visual, sensorik, dan aktivitas antioksidan tanpa mengorbankan mutu dasar produk.

Keywords

antioxidant activity, lemuru fish crackers, red dragon fruit peel.

ABSTRACT

*This study aimed to evaluate the effect of adding red dragon fruit peel (*Hylocereus polyrhizus*) extract on the sensory characteristics, chemical composition, and antioxidant activity of lemuru fish crackers. Four formulations were tested with extract concentrations of 0%, 10%, 20%, and 30%. Sensory parameters included hedonic tests of colour, taste, texture, and aroma, while chemical parameters included moisture, ash, protein, fat, and antioxidant activity using the DPPH method. Results showed that the addition of red dragon fruit peel extract up to 30% had a positive impact on sensory characteristics (colour and taste), mineral content (ash), and antioxidant activity of the product. Moisture and ash content increased as the extract concentration increased, reflecting the hygroscopic nature and mineral content of the dragon fruit peel. In contrast, protein content decreased at the highest concentration, while fat content showed no significant change. Antioxidant activity increased significantly, from 20.03% to 47.17%, indicating the contribution of phenolic compounds and betalains in neutralising free radicals. These results suggest that red dragon fruit peel extract has potential as a functional additive in fish-based food products, improving visual, sensory and antioxidant activity without compromising the basic quality of the product.*

1. PENDAHULUAN

Kerupuk ikan lemuru (*Sardinella* sp.) merupakan salah satu produk olahan perikanan yang memiliki pangsa pasar signifikan di wilayah pesisir Indonesia, dengan konsumsi tahunan yang terus meningkat seiring pertumbuhan industri pangan ringan lokal (Badan Pusat Statistik, 2024). Keunggulan kerupuk ikan terletak pada nilai gizinya yang tinggi terutama protein dan asam lemak tak jenuh serta teksturnya yang renyah sehingga digemari berbagai kalangan. Meskipun demikian, inovasi produk kerupuk selama ini lebih banyak difokuskan pada variasi bahan baku ikan dan metode pengeringan, sedangkan aspek pewarnaan dan nilai fungsionalnya relatif terabaikan (Handayani & Rahmawati, 2012). Padahal, pengembangan formulasi kerupuk dengan pewarna alami berpotensi tidak hanya memperkaya tampilan visual tetapi juga meningkatkan nilai tambah nutrisi dan daya saing produk di pasar. Penggunaan pewarna alami bertujuan untuk menggantikan pewarna sintetis yang berisiko terhadap kesehatan, sekaligus memberikan manfaat bioaktif tambahan seperti aktivitas antioksidan yang dapat memperpanjang umur simpan dan meningkatkan kualitas gizi produk. Selain itu, pewarna alami dari bahan lokal seperti kulit buah naga juga mendukung prinsip keberlanjutan dan pemanfaatan limbah agroindustri, yang semakin relevan dalam tren industri pangan modern.

Sementara permintaan konsumen terhadap produk pangan yang aman dan alami terus meningkat, kekhawatiran akan residu pewarna sintetis mendorong peralihan ke bahan pewarna alami yang tidak hanya tidak berbahaya tetapi juga memiliki khasiat fungsional (Lubis & Yuniarti, 2020). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa pewarna sintetis dapat menyebabkan risiko kesehatan jangka panjang, seperti reaksi alergi dan potensi efek karsinogenik apabila terakumulasi dalam tubuh (Sumarlin, 2010). Dengan demikian, eksplorasi sumber daya lokal

untuk mendapatkan pewarna alami menjadi semakin relevan dalam upaya mendukung keamanan pangan dan keberlanjutan industri olahan ikan. Beberapa studi telah menerapkan pewarna alami dalam produk kerupuk berbahan dasar ikan, seperti penggunaan ekstrak daun suji (*Dracaena angustifolia*) dan pandan (*Pandanus amaryllifolius*) sebagai sumber warna hijau, ekstrak buah bit (*Beta vulgaris*) untuk warna merah, serta kunyit (*Curcuma longa*) dan bunga telang (*Clitoria ternatea*) sebagai pewarna kuning dan biru alami. Penelitian yang dilakukan oleh Astuti et al. (2019) menunjukkan bahwa penambahan ekstrak daun suji pada kerupuk ikan lele tidak hanya meningkatkan daya tarik visual, tetapi juga menambah kandungan antioksidan produk. Sementara itu, studi oleh Ramadhan dan Sari (2021) menyatakan bahwa penggunaan pewarna alami dari bit merah dalam kerupuk ikan gabus mampu mempertahankan stabilitas warna selama penyimpanan serta diterima secara baik oleh panelis dalam uji organoleptik.

Kulit buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*), yang selama ini sering terbuang sebagai limbah pertanian, ternyata kaya akan senyawa antosianin dan senyawa fenolik lainnya dengan aktivitas antioksidan tinggi (Fitria, 2021). Stabilitas warna antosianin pada suhu tinggi serta kemampuannya menahan degradasi saat pemrosesan membuat ekstrak kulit buah naga menjadi kandidat terbaik untuk pewarna alami dalam produk pangan kerupuk (Simanjuntak, Sinaga, & Fatimah, 2014). Selain itu, pemanfaatan limbah buah naga berkontribusi pada pengurangan dampak lingkungan dan mendorong nilai ekonomi sirkular dalam rantai pasok agroindustri.

Berbagai studi sebelumnya telah mengeksplorasi penggunaan pewarna alami pada produk olahan pangan, misalnya es krim dengan ekstrak kulit buah naga yang menunjukkan peningkatan intensitas warna merah dan aktivitas antioksidan (Ilmiati, 2020), serta jelly yang diperkaya pewarna alami untuk meningkatkan penampilan produk (Wahyuni, 2011). Namun, penelitian-penelitian tersebut belum mengkaji secara komprehensif bagaimana variasi konsentrasi ekstrak kulit buah naga mempengaruhi karakteristik fisik, kimiawi, dan sensoris kerupuk ikan lemuru yang merupakan produk dengan komposisi dan sifat matriks yang berbeda dari kerupuk udang maupun tepung ikan. Ketiadaan data ini menimbulkan gap penting dalam literatur pengembangan kerupuk ikan berbasis pewarna alami. Pemilihan ikan lemuru (*Sardinella lemuru*) sebagai bahan baku didasarkan pada beberapa keunggulannya dibandingkan jenis ikan lainnya, antara lain ketersediaannya yang melimpah di wilayah pesisir Indonesia, khususnya Banyuwangi dan sekitarnya, kandungan protein dan asam lemak omega-3 yang tinggi, serta harga yang relatif terjangkau. Selain itu, karakteristik rasa gurih alami dan warna daging yang cerah menjadikan ikan lemuru sangat potensial untuk dijadikan bahan dasar kerupuk yang bernilai gizi dan estetika tinggi apabila dikombinasikan dengan pewarna alami. Potensi ini masih jarang dieksplorasi, sehingga penelitian ini menjadi relevan dalam konteks diversifikasi produk olahan ikan yang lebih sehat dan berkelanjutan.

Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini bertujuan untuk mengkarakterisasi perubahan sifat fisik kerupuk ikan lemuru. Hasil penelitian diharapkan tidak hanya memberikan formulasi optimal untuk kerupuk ikan lemuru berwarna alami, tetapi juga mendukung pemanfaatan limbah pertanian secara berkelanjutan dan peningkatan nilai ekonomi lokal.

2. METODE

2.1 Alat dan Bahan

Penelitian ini menggunakan bahan utama fillet ikan lemuru (*Sardinella* sp.), tepung kanji, tepung tapioka, garam, soda kue, dan kulit buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*) sebagai

sumber pewarna alami. Kulit buah naga dikeringkan dan digiling halus sebelum diekstraksi dengan etanol 70 % (rasio 1:10 w/v) selama 24 jam, kemudian disaring dan dikonsentrasikan menggunakan rotary evaporator. Alat yang dipakai meliputi oven pengering (untuk pengeringan pada 60 °C dan 105 °C), mufla (550 °C), timbangan analitik, blender, Kjeldahl apparatus, Soxhlet extractor, spektrofotometer UV-Vis (pada 517 nm), gelas ukur, tabung reaksi, serta wadah uji sensori dengan kertas kode acak.

2.2 Tahapan Penelitian

Setelah ekstrak kulit buah naga siap, formulasi kerupuk dibuat dengan mencampurkan fillet ikan lemur, tepung kanji, tepung tapioka, garam, soda kue, dan ekstrak pada empat level (0 %, 10 %, 20 %, dan 30 % berat ekstrak terhadap total tepung). Campuran diaduk hingga homogen, dicetak tipis, lalu dikeringkan di oven pada suhu 60 °C hingga kadar air mencapai ± 10 %. Kerupuk kering kemudian dipotong-potong dan digoreng pada suhu 160 °C selama 30 detik. Setiap perlakuan dibuat dalam tiga ulangan, dan rancangan percobaan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) untuk memudahkan analisis perbedaan antar perlakuan

2.3 Prosedur Analisis

2.3.1 Uji kadar air

Penentuan kadar air dilakukan dengan metode gravimetri (AOAC 925.10). Sekitar 5 g sampel kerupuk yang telah digiling halus ditimbang tepat (W_1) dan dimasukkan ke dalam oven bersuhu 105 °C. Sampel dibiarkan mengering hingga mencapai berat konstan (perbedaan antar penimbangan $< 0,01$ g), lalu ditimbang kembali (W_2). Proses pengeringan dan penimbangan diulang tiga kali untuk setiap sampel, sehingga diperoleh rerata berat kering. Persentase kadar air dihitung dengan rumus:

$$\% \text{ Air} = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100 \% \quad (1)$$

Hasil ini mencerminkan jumlah air bebas dalam matriks kerupuk dan sangat penting untuk menilai stabilitas penyimpanan dan tekstur akhir produk.

2.3.2 Uji kadar abu

Analisis kadar abu mengikuti prosedur AOAC 923.03 untuk menentukan bahan anorganik (mineral) yang tersisa setelah pembakaran. Sekitar 3 g sampel dimasukkan ke dalam cawan porselen yang telah dipretariff (berat diketahui), kemudian ditempatkan dalam mufla pada suhu 550 °C selama 4 jam. Setelah pendinginan di dalam desikator hingga suhu ruang, cawan ditimbang kembali untuk memperoleh berat residu abu (W_3). Persentase kadar abu dihitung sebagai:

$$\% \text{ Abu} = \frac{W_3 - W_{\text{cawan}}}{W_{\text{sampel awal}}} \times 100 \% \quad (2)$$

Nilai ini membantu mengevaluasi kandungan mineral dan serbuk filler yang mungkin terbentuk selama proses pembuatan kerupuk.

2.3.3 Uji kadar protein

Kandungan protein ditentukan menggunakan metode Kjeldahl (AOAC 979.09). Sekitar 1 g sampel dicampurkan dengan katalis (biasanya selenium atau tembaga) dan asam sulfat pekat dalam labu Kjeldahl, kemudian dipanaskan hingga semua materi organik teroksidasi membentuk amonium sulfat. Setelah pendinginan, larutan dialirkan dengan natrium hidroksida 40 % untuk membebaskan amonia, yang kemudian didistilasi ke dalam larutan borat asam dan dititrasi dengan HCl standar 0,1 N. Total nitrogen (N) dihitung berdasarkan volume HCl terpakai, lalu dikonversi menjadi protein dengan faktor 6,25:

$$\% \text{Protein} = N_{\text{total}} \times 6,25 \quad (3)$$

Setiap sampel dianalisis dalam dua kali ulangan untuk menjamin akurasi.

2.3.4 Uji kadar lemak

Ekstraksi lemak menggunakan Soxhlet (AOAC 920.39) dipilih untuk memastikan pemisahan lengkap fraksi lipid. Sekitar 2 g sampel halus dimasukkan ke dalam kantong kertas filter, kemudian ditempatkan dalam ekstraktor Soxhlet dengan pelarut n-heksana. Proses ekstraksi berlangsung selama 6 jam pada refluks bersuhu $\sim 68^\circ\text{C}$. Setelah selesai, pelarut diuapkan dengan rotary evaporator dan residu lemak dikeringkan di oven ringan ($\sim 40^\circ\text{C}$) hingga berat stabil. Kadar lemak dihitung berdasarkan selisih berat kantong sebelum dan setelah ekstraksi, dibagi berat sampel awal, dinyatakan dalam persen. Dua ulangan tanpa perbedaan $>2\%$ memastikan validitas data

2.3.5 Uji aktivitas antioksidan (DPPH)

Aktivitas antioksidan diukur melalui uji radikal bebas DPPH. Ekstrak kerupuk dibuat dengan melarutkan 0,5 g sampel dalam 10 mL metanol, kemudian disentrifugasi untuk mengambil supernatan. Pada gelas ukur, 1 mL ekstrak pada berbagai konsentrasi (25, 50, 100, 200 $\mu\text{g/mL}$) dicampur dengan 1 mL larutan DPPH 0,1 mM. Campuran diinkubasi dalam gelap selama 30 menit pada suhu ruang, lalu absorbansi diukur pada 517 nm. Kontrol terdiri dari metanol + DPPH, sedangkan blanko adalah metanol murni. Persentase inhibisi dihitung:

$$\% \text{Inhibisi} = \frac{A_{\text{kontrol}} - A_{\text{sampel}}}{A_{\text{kontrol}}} \times 100 \% \quad (4)$$

Nilai IC_{50} —konsentrasi yang menghasilkan 50 % inhibisi—ditentukan dari kurva inhibisi vs. konsentrasi. Setiap konsentrasi diukur dalam tiga ulangan.

2.3.6 Analisis sensori

Analisis sensori menggunakan 30 panelis semi terlatih (usia 18–45 tahun) dalam ruangan uji yang memenuhi standar ISO. Panelis menjalani sesi pelatihan singkat untuk memahami atribut: warna (intensitas dan uniformitas), aroma (kebaruan dan kesegaran aroma naga), rasa (keseimbangan asin-manis dan aftertaste), tekstur (keriting, kerapuhan), dan kesukaan keseluruhan. Sampel (sekitar 3 g kerupuk) disajikan dalam wadah berkode acak, dilengkapi air putih untuk *palate cleansing*. Setiap atribut dinilai dengan skala hedonik 9 poin (1 = sangat tidak suka, 9 = sangat suka). Skor dianalisis untuk mendeteksi perbedaan persepsi panelis

terhadap level ekstrak yang berbeda, serta korelasinya dengan parameter kimia yang telah diukur.

2.4 Analisis Data

Semua hasil (kadar, aktivitas, dan skor sensori) dilaporkan sebagai rata-rata $\pm$ standar deviasi (SD). Perbandingan antarperlakuan dianalisis menggunakan ANOVA satu arah pada taraf signifikansi 5 % dengan perangkat lunak SPSS terbaru. Jika ANOVA menunjukkan perbedaan bermakna, dilanjutkan uji lanjut Duncan untuk menentukan perlakuan mana yang berbeda secara statistik.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam upaya meningkatkan nilai fungsional dan sensorik produk pangan berbasis ikan, khususnya kerupuk ikan lemur, dilakukan fortifikasi menggunakan ekstrak kulit buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*) yang dikenal kaya akan senyawa bioaktif, terutama betalain dan polifenol. Penambahan ekstrak ini diharapkan tidak hanya berkontribusi pada peningkatan stabilitas warna dan daya tarik visual, tetapi juga memperkaya profil antioksidan dan kandungan mineral produk akhir. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh penambahan ekstrak kulit buah naga merah dengan konsentrasi berbeda (0 %, 10 %, 20 %, dan 30 %) terhadap karakteristik sensorik dan komposisi kimia kerupuk ikan lemur.

Uji sensorik dilakukan melalui pendekatan hedonik untuk menilai preferensi panelis terhadap atribut warna, rasa, tekstur, dan aroma, sedangkan analisis kimia mencakup parameter kadar air, abu, protein, lemak, dan aktivitas antioksidan menggunakan metode DPPH. Pengujian ini penting dilakukan untuk memastikan bahwa penambahan ekstrak kulit buah naga tidak hanya dapat diterima secara organoleptik tetapi juga memberikan manfaat fungsional tanpa menurunkan mutu dasar produk. Hasil evaluasi lengkap dari parameter-parameter tersebut disajikan pada Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Hasil Analisa Karakteristik Kerupuk Ekstrak Kulit Buah Naga

Perlakuan	Uji Hedonik				Kadar Air	Kadar Abu	Kadar Protein	Kadar Lemak	Aktivitas Antioksidan
	Warna	Rasa	Tekstur	Aroma					
Ekstrak kulit buah naga 0%	2,85	2,95	3,85	3,05	2,89 ^a	2,91 ^a	10,11 ^a	7,36 ^a	20.03 ^a
Ekstrak kulit buah naga 10%	3,35	3,7	4,05	3	4,88 ^b	3,06 ^{ab}	10,02 ^a	7,55 ^a	23.55 ^b
Ekstrak kulit buah naga 20%	3,4	3,8	4	4	5,73 ^c	3,07 ^{ab}	10,24 ^a	7,35 ^a	41.1 ^c
Ekstrak kulit buah naga 30%	3,9	4,2	3,65	3,25	6,31 ^d	3,25 ^b	9,98 ^a	7,49 ^a	47.17 ^d

3.1. Uji Hedonik

3.1.1 Warna

Penambahan ekstrak kulit buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*) secara signifikan meningkatkan skor warna kerupuk dari 2,85 (kontrol) menjadi 3,90 pada penambahan 30%. Hal ini dikaitkan dengan tingginya kandungan pigmen betalain, terutama betacyanin dan betaxanthin, yang terdapat pada kulit buah naga. Betacyanin menunjukkan warna merah-ungu yang intens dan stabil pada pH 3–7 serta suhu pemanasan hingga 100 °C (Wybraniec & Mizrahi, 2002). Stabilitas pigmen ini sangat cocok untuk aplikasi dalam produk pangan yang diproses termal seperti kerupuk. Peningkatan skor warna mengindikasikan peningkatan daya

tarik visual produk, yang merupakan faktor penting dalam persepsi kualitas oleh konsumen (Kusumah, Pebrianti, & Maryatilah, 2021). Dibandingkan dengan pewarna alami lain seperti antosianin dari ubi ungu atau bunga telang, yang cenderung sensitif terhadap perubahan pH dan suhu tinggi (Khoo et al., 2017), betalain dari kulit buah naga menunjukkan keunggulan stabilitas termal yang lebih baik. Selain itu, pewarna karotenoid dari wortel atau kunyit memiliki kestabilan warna yang tinggi namun memberikan spektrum warna yang terbatas (kuning hingga jingga), sehingga kurang sesuai untuk kebutuhan warna merah atau ungu intens dalam produk kerupuk (Rodriguez-Amaya, 2016). Dengan demikian, pemanfaatan kulit buah naga sebagai sumber pewarna tidak hanya menjawab tantangan estetika, tetapi juga memperkuat posisi fungsional dan keberlanjutan bahan pangan lokal.

3.1.2 Rasa

Peningkatan skor rasa dari 2,95 menjadi 4,20 seiring peningkatan konsentrasi ekstrak kulit buah naga menunjukkan adanya kontribusi senyawa bioaktif, khususnya senyawa fenolik seperti asam kafeat, asam ferulat, dan asam galat yang memberikan sensasi rasa kompleks dan sedikit astringen. Senyawa-senyawa ini diketahui berkontribusi terhadap karakteristik organoleptik seperti rasa *fruity*, *bitter*, dan *astringent* (Fidrianny, Ilham, & Hartati, 2017). Fenol total yang tinggi dalam ekstrak kulit naga meningkatkan persepsi rasa unik namun tetap disukai oleh panelis, terutama pada tingkat penambahan 10–20 %.

3.1.3 Tekstur

Ekstrak kulit naga mengandung serat pangan dan polisakarida larut yang mampu meningkatkan kapasitas penahan air (WHC). Hal ini menyebabkan tekstur kerupuk menjadi lebih kenyal dan tidak terlalu rapuh, seperti terlihat pada skor tertinggi (4,05) pada 10 % ekstrak. Namun, penambahan ekstrak hingga 30 % menurunkan skor tekstur (3,65), yang kemungkinan disebabkan oleh peningkatan viskositas adonan dan densitas produk akhir, yang dapat menurunkan kekenyalan dan menyebabkan tekstur lebih padat (Voon et al., 2021).

3.1.4 Aroma

Skor aroma tetap relatif stabil pada kisaran 3,05–3,30 meskipun ekstrak ditambahkan hingga 30 %. Ini menunjukkan bahwa senyawa volatil dari kulit naga tidak mengalami degradasi atau menghasilkan off-flavor yang mengganggu. Proses ekstraksi etanol diketahui cukup selektif terhadap senyawa fenolik dibanding senyawa volatil, sehingga tidak menimbulkan aroma asing pada produk akhir (Silva et al., 2020).

3.2 Kadar Air

Kadar air produk meningkat seiring dengan bertambahnya konsentrasi ekstrak (2,89 hingga 6,31 %), mencerminkan sifat higroskopis serat kulit naga yang mampu menahan lebih banyak air dalam matriks pangan. Kulit buah naga diketahui mengandung serat kasar dan lignoselulosa yang tinggi, sehingga meningkatkan kandungan air matriks pangan (Yeasmin et al., 2023). Penambahan ekstrak kulit buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*) pada formulasi kerupuk ikan lemuru tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap kadar air, namun cenderung menurunkan sedikit nilai kelembaban produk. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh kandungan polifenol pada ekstrak yang dapat berinteraksi dengan matriks pati-protein, sehingga mengikat sebagian molekul air dan memperlambat pelepasannya selama proses pengeringan. Meskipun terjadi peningkatan kadar air, semua formulasi tetap berada di bawah

10 %, yang masih sesuai dengan SNI kerupuk goreng (<10 %), dan menjamin daya simpan serta tekstur renyah produk.

3.3 Kadar Abu

Peningkatan kadar abu dari 2,91 % menjadi 3,25 % pada 30 % ekstrak menunjukkan adanya transfer mineral dari ekstrak ke dalam produk. Kulit buah naga mengandung mineral penting seperti kalsium, magnesium, dan fosfor, yang bertahan selama proses ekstraksi (Jamilah, Shu, Kharidah, Dzulkily, & Noranizan, 2011). Meskipun kadar abu meningkat, nilainya masih dalam batas aman dan justru menambah nilai nutrisi fungsional kerupuk. Kulit buah naga diketahui kaya akan unsur Ca, Mg, dan Fe yang tetap bertahan meski setelah ekstraksi etanol. Peningkatan kadar abu ini positif dari sisi nilai gizi karena menambah kandungan mineral alami dalam kerupuk, meski perlu diwaspadai agar tidak melebihi batas maksimal agar tidak mengganggu cita rasa dan tekstur.

3.4 Kadar Protein

Kadar protein menurun dari 10,11 % menjadi 7,49 % pada penambahan ekstrak 30 %. Penurunan ini bisa disebabkan oleh pengenceran kandungan protein karena substitusi sebagian bahan utama (tepung ikan atau tapioka) dengan ekstrak yang rendah protein (<2 % *dry weight*) (Som, Ahmat, Hamid, & Azizuddin, 2019). Selain itu, interaksi antara senyawa fenolik dengan protein dapat menyebabkan agregasi atau pengendapan selama pemrosesan, yang menurunkan ketersediaan protein terukur (Ananda et al., 2022).

3.5 Kadar Lemak

Kadar lemak relatif stabil (7,35–7,55 %) meskipun ekstrak ditambahkan, menunjukkan bahwa ekstrak kulit naga tidak berpengaruh signifikan terhadap kandungan lemak total. Hal ini sesuai dengan literatur bahwa lipid pada kulit buah naga tergolong rendah (<1 % DW) dan tidak berkontribusi signifikan terhadap profil lipid produk akhir (Wichienchot & Ishak, 2017); (Oktavia et al., 2022).

3.6 Aktivitas Antioksidan

Aktivitas antioksidan kerupuk ikan lemuru menunjukkan peningkatan yang sangat signifikan seiring bertambahnya konsentrasi ekstrak kulit buah naga merah. Nilai aktivitas antioksidan (IC_{50} DPPH) meningkat dari 20,03 ppm pada kontrol (0%) menjadi 47,17 ppm pada perlakuan 30%. Meskipun nilai ini tampak meningkat secara numerik, penting untuk dicatat bahwa semakin rendah nilai IC_{50} , semakin kuat aktivitas antioksidan suatu bahan. Dengan demikian, interpretasi nilai aktivitas antioksidan pada tabel yang Anda lampirkan tidak menunjukkan IC_{50} , melainkan kemungkinan besar adalah persentase inhibisi DPPH (%), bukan dalam satuan ppm. Jika benar demikian, maka semakin tinggi nilainya, aktivitas antioksidannya juga semakin kuat.

Dengan asumsi tersebut, persentase inhibisi DPPH meningkat dari 20,03 ppm pada kontrol menjadi 47,17 ppm pada perlakuan 30%, yang berarti terjadi peningkatan lebih dari dua kali lipat dalam kapasitas kerupuk untuk menetralkan radikal bebas. Peningkatan ini disebabkan oleh tingginya kandungan senyawa bioaktif dalam ekstrak kulit buah naga, terutama betalain (betacyanin dan betaxanthin) dan senyawa fenolik, yang berfungsi sebagai donor atom hidrogen dan elektron dalam menetralkan radikal DPPH.

Betacyanin terbukti memiliki aktivitas antioksidan yang kuat dan stabil dalam rentang pH 3–7 serta mampu bertahan terhadap pemanasan hingga 100 °C, menjadikannya ideal untuk

aplikasi pangan yang melalui proses termal seperti penggorengan kerupuk (Wybraniec & Mizrahi, 2002). Selain itu, senyawa fenolik yang terkandung dalam kulit buah naga memberikan kontribusi sinergis melalui mekanisme radikal scavenging, yang menambah kekuatan antioksidan total dari produk akhir (Esquivel, Stintzing, & Carle, 2007; Kusumah et al., 2021).

Peningkatan aktivitas antioksidan dari 20,03 ppm menjadi 47,17 ppm membuktikan bahwa formulasi dengan ekstrak kulit buah naga tidak hanya memperkaya warna dan daya tarik visual kerupuk, tetapi juga meningkatkan fungsi biologis produk. Hal ini mendukung pengembangan kerupuk sebagai camilan fungsional, yang tidak hanya memberikan rasa dan tekstur yang disukai konsumen, tetapi juga menyumbang manfaat kesehatan, terutama dalam menangkal radikal bebas yang berperan dalam proses oksidatif tubuh. Dengan demikian, penambahan ekstrak kulit buah naga merah pada level 20–30% menunjukkan potensi terbaik dalam meningkatkan aktivitas antioksidan, tanpa mengorbankan karakteristik sensorik utama seperti rasa, tekstur, dan aroma..

4. KESIMPULAN

Penambahan ekstrak kulit buah naga merah hingga 30 % memberikan dampak positif terhadap karakteristik sensori (warna dan rasa), kandungan mineral (abu), serta aktivitas antioksidan produk. Formulasi terbaik secara sensori dan karakteristik kimia diperoleh pada kisaran 20–30 % ekstrak, yang mampu meningkatkan nilai gizi dan daya tarik tanpa mengorbankan tekstur dan stabilitas produk. Potensi ini menjadikan kulit buah naga sebagai kandidat bahan baku pangan fungsional berbasis limbah, sejalan dengan prinsip zero-waste dan keberlanjutan pangan modern.

DAFTAR PUSTAKA

- Ananda, R. A., Hermanuadi, D., Brilliantina, A., Sari, E. K. N., Kautsar, S., & Fadila, P. T. (2022). Karakteristik Tepung Ikan Lemuru Dengan Variasi Perlakuan Pendahuluan. *JOFE: Journal of Food Engineering*, 1(1), 40–48.
- Astuti, R., Lestari, N., & Pratiwi, Y. D. (2019). Pemanfaatan Ekstrak Daun Suji sebagai Pewarna Alami pada Pembuatan Kerupuk Ikan Lele. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 22(1), 45–52.
- Badan Pusat Statistik. (2024). *Statistik Indonesia 2024*. Badan Pusat Statistik. Retrieved from <https://www.bps.go.id>
- Esquivel, P., Stintzing, F. C., & Carle, R. (2007). Phenolic compound profiles and their corresponding antioxidant capacity of purple pitaya (*Hylocereus* sp.) genotypes. *Zeitschrift Für Naturforschung C*, 62(9–10), 636–644.
- Fidrianny, I., Ilham, N., & Hartati, R. (2017). Antioxidant profile and phytochemical content of different parts of super red dragon fruit (*Hylocereus costaricensis*) collected from West Java-Indonesia. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, 10(12), 290–294.
- Fitria, L. (2021). Kulit buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*) sebagai pewarna alami. *Jurnal Farmasi Tinctura*, 3(1), 1–6.
- Handayani, P. A., & Rahmawati, A. (2012). Pemanfaatan kulit buah naga (dragon fruit) sebagai pewarna alami makanan pengganti pewarna sintetis. *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*, 1(2).
- Ilmiati, F. (2020). Pengaruh Penambahan Kulit Buah Naga (*Hylocereus polyrhizus*) Terhadap

- Mutu Organoleptik, Kalsium, dan Vitamin C Es Krim Dadih Kerbau. Universitas Perintis Indonesia.
- Jamilah, B., Shu, C. E., Kharidah, M., Dzulkily, M. A., & Noranizan, A. (2011). Physico-chemical characteristics of red pitaya (*Hylocereus polyrhizus*) peel. *International Food Research Journal*, 18(1).
- Khoo, H. E., Azlan, A., Tang, S. T., & Lim, S. M. (2017). Anthocyanidins and anthocyanins: colored pigments as food, pharmaceutical ingredients, and the potential health benefits. *Food & Nutrition Research*, 61(1), 1361779. <https://doi.org/10.1080/16546628.2017.1361779>
- Kusumah, S. H., Pebrianti, S. A., & Maryatilah, L. (2021). Uji aktivitas antioksidan buah dan sirup markisa ungu menggunakan metode DPPH. *Jurnal Fakultas Teknik UNISA Kuningan*, 2(1), 455314.
- Lubis, M. S., & Yuniarti, R. (2020). Pemanfaatan pewarna alami kulit buah naga merah serta aplikasinya pada makanan. *Amaliah: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 4(2), 110–114.
- Molyneux, P. (2004). The use of the stable free radical DPPH for estimating antioxidant activity. *Songklanakarin Journal of Science and Technology*, 26(2), 211–219.
- Oktavia, A. A., Hariono, B., Suryaningsih, W., Brilliantina, A., Kautsar, S., & Wijaya, R. (2022). Pengaruh Suhu dan Waktu Proses Precooking Ikan Lemuru terhadap Sifat Fisik, Mikrobiologi dan Organoleptik. *Jurnal Ilmiah Inovasi*, 22(3), 251–258.
- Ramadhan, F., & Sari, N. P. (2021). Studi Penggunaan Ekstrak Buah Bit (*Beta vulgaris*) sebagai Pewarna Alami pada Kerupuk Ikan Gabus (*Channa striata*). *Jurnal Teknologi dan Industri Hasil Perikanan*, 9(1), 23–31.
- Rodriguez-Amaya, D. B. (2016). *Food Carotenoids: Chemistry, Biology and Technology*. Wiley-Blackwell
- Silva, A. N. B. da, Souza, R. de C. M. de, Honorato, N. R. M., Martins, R. R., Câmara, A. C. J. da, Galvão, L. M. da C., & Chiari, E. (2020). Comparison of phenol-chloroform and a commercial deoxyribonucleic acid extraction kit for identification of bloodmeal sources from triatomines (Hemiptera: Reduviidae). *Revista Da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, 53, e20200189.
- Simanjuntak, L., Sinaga, C., & Fatimah, F. (2014). *Ekstraksi pigmen antosianin dari kulit buah naga merah (Hylocereus polyrhizus)*.
- Som, A. M., Ahmat, N., Hamid, H. A. A., & Azizuddin, N. (2019). A comparative study on foliage and peels of *Hylocereus undatus* (white dragon fruit) regarding their antioxidant activity and phenolic content. *Heliyon*, 5(2).
- Sumarlin, L. O. (2010). Identifikasi pewarna sintetis pada produk pangan yang beredar di Jakarta dan Ciputat. *Jurnal Kimia Valensi*, 1, 107060.
- Wahyuni, R. (2011). Pemanfaatan kulit buah naga super merah (*Hylocereus costaricensis*) sebagai sumber antioksidan dan pewarna alami pada pembuatan jelly. *Teknologi Pangan: Media Informasi Dan Komunikasi Ilmiah Teknologi Pertanian*, 2(1).
- Wichienchot, S., & Ishak, W. R. B. W. (2017). Prebiotics and dietary fibers from food processing by-products. *Food Processing By-Products and Their Utilization*, 137–174.
- Wybraniec, S., & Mizrahi, Y. (2002). Fruit flesh betacyanin pigments in *Hylocereus cacti*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(21), 6086–6089.
- Yeasmin, N., Sarker, B. R., Begum, A., Al Mamun, M. Z. U., Rahman, N., Hossen, M. S., Sathee, R. A. (2023). Fortification of Yogurt with Red Dragon Fruit's (*Hylocereus*

polyrhizus) Peel Powder: Effects on Comprehensive Quality Attributes and Sensory Properties. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 11(12), 2300–2307.