

**Inovasi Pangan Fungsional Berkelanjutan: *Snack Bar* Kaya Kalsium Berbasis Tepung Limbah Cangkang Telur Ayam Ras**

**Sustainable Functional Food Innovation: Calcium-Rich *Snack Bar* Based on Waste Flour from Layer Chicken Eggshells**

**Erwin Samsul<sup>1,\*</sup>, Yeni Fitri Handayani<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Farmasi Klinis, Fakultas Farmasi, Universitas Mulawarman, Samarinda, Kalimantan Timur, Indonesia

<sup>2</sup>Program Studi Farmasi, Fakultas Farmasi, Universitas Mulawarman, Samarinda, Kalimantan Timur, Indonesia

\*Email Korespondensi: [erwinsamsul@farmasi.unmul.ac.id](mailto:erwinsamsul@farmasi.unmul.ac.id)

**Abstrak**

Kalsium merupakan mineral esensial yang berperan penting dalam kesehatan tulang, fungsi neuromuskular, dan metabolisme seluler. Kekurangan asupan kalsium dapat meningkatkan risiko osteoporosis dan gangguan metabolik lainnya, sementara tren konsumsi pangan sehat (*healthy snack*) dan pangan fungsional (*functional food*) terus meningkat di masyarakat modern. Sumber kalsium yang inovatif dan ramah lingkungan diperlukan untuk memenuhi kebutuhan nutrisi sekaligus mengurangi limbah agro-industri. Tepung limbah cangkang telur ayam ras merupakan sumber kalsium karbonat alami yang memiliki potensi tinggi untuk difortifikasi dalam produk pangan namun untuk penelitian dengan memanfaatkan limbah ini masih terbatas. Penelitian ini bertujuan untuk memformulasikan *snack bar* dengan variasi rasa berbasis tepung limbah cangkang telur ayam ras sebagai alternatif sumber nutrisi kalsium yang sehat dan fungsional. Metode penelitian meliputi proses pembuatan tepung cangkang telur melalui tahapan pembersihan, pengeringan, dan penghalusan, dilanjutkan dengan formulasi *snack bar* menggunakan beberapa variasi rasa. Produk yang dihasilkan dievaluasi berdasarkan karakteristik fisik, organoleptik, dan analisis kandungan kalsium. Hasil *rating test* menunjukkan bahwa atribut yang paling disukai pada varian kacang merah (F1) adalah warna (5,64), pada varian coklat (F2) adalah aroma (5,97), dan pada varian keju (F3) adalah penilaian keseluruhan (*overall*) 5,97. Berdasarkan hasil *ranking test*, varian coklat (F2) memperoleh peringkat tertinggi dan menjadi varian paling disukai panelis secara keseluruhan. Hasil uji analisis kandungan kalsium serta penilaian organoleptik dan daya terima menunjukkan hasil bahwa *snack bar* rasa coklat paling disukai dari segi rasa, aroma dan tekstur. Kadar kalsium yang diperoleh sebesar 0,34%. Analisis proksimat menunjukkan kadar air 9,92%, abu 3,25%, abu tidak larut asam 0,60%, protein 13%, lemak 15,75%, dan karbohidrat 58,08%. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan tepung cangkang telur ayam ras pada formulasi *snack bar* dapat memberikan nilai tambah nutrisi serta potensi untuk dikembangkan sebagai produk *healthy functional snack* yang sustainable.

**Kata Kunci:** Kalsium, Cangkang Telur Ayam Ras, *Snack Bar*, *Healthy Functional Snack*

## Abstract

Calcium is an essential mineral that plays a crucial role in bone health, neuromuscular function, and cellular metabolism. Insufficient calcium intake can increase the risk of osteoporosis and other metabolic disorders, while the trend of consuming healthy snacks and functional foods continues to rise in modern society. Innovative and environmentally friendly sources of calcium are needed to meet nutritional needs while reducing agro-industrial waste. Waste flour from layer chicken eggshells is a natural source of calcium carbonate with high potential for food product fortification, but research utilizing this waste is still limited. This research aims to formulate snack bars with flavor variations based on waste flour from layer chicken eggshells as a healthy and functional alternative source of calcium nutrition. The research methods include the process of making eggshell flour thru the stages of cleaning, drying, and grinding, followed by formulating snack bars using several flavor variations. The resulting product is evaluated based on physical and organoleptic characteristics, as well as an analysis of calcium content. The result of the rating test show that the most preferred attribute for the red bean variant (F1) is color (5.64), for the chocolate variant (F2) it is aroma (5.97), and for the cheese variant (F3) it is overall evaluation (5.97). Based on the ranking test results, the chocolate variant (F2) received the highest rating and was the most preferred variant by the panelists overall. The results of the calcium content analysis test, as well as the organoleptic evaluation and acceptability, showed that the chocolate-flavored snack bar was the most preferred in terms of taste, aroma, and texture. The calcium content obtained was 0.34%. Proximate analysis showed a moisture content of 9.92%, ash 3.25%, acid-insoluble ash 0.60%, protein 13%, fat 15.75%, and carbohydrates 58.08%. This indicates that using broiler chicken eggshell flour in snack bar formulations can provide added nutritional value and has the potential to be developed as a sustainable healthy functional snack product.

**Keywords:** Calcium, Chicken Eggshell, *Snack Bar*, *Healthy Functional Snack*

---

**Diterima:** 22 Desember 2025

**Disetujui:** 29 Desember 2025

---

**DOI:** <https://doi.org/10.25026/jsk.v8i1.2420>



Copyright (c) 2026, Jurnal Sains dan Kesehatan (J. Sains Kes.).  
Published by Faculty of Pharmacy, University of Mulawarman, Samarinda, Indonesia.  
This is an Open Access article under the CC-BY-NC License.

## Cara Sitasi:

Samsul, E., Handayani, Y. F., 2026. Inovasi Pangan Fungsional Berkelanjutan: *Snack Bar* Kaya Kalsium Berbasis Tepung Limbah Cangkang Telur Ayam Ras. *J. Sains Kes.*, **8**(1). 8-16.  
**DOI:** <https://doi.org/10.25026/jsk.v8i1.2420>

## 1 Pendahuluan

Perubahan gaya hidup masyarakat modern mendorong meningkatnya kebutuhan akan camilan yang praktis namun tetap memiliki nilai

gizi tinggi (*healthy snack*). Sejalan dengan hal tersebut, pengembangan pangan fungsional (*functional food*), yaitu pangan yang memberikan manfaat kesehatan tambahan di luar nilai gizi dasar, menjadi perhatian utama

dalam penelitian dan inovasi produk pangan. Produk pangan fungsional yang diperkaya mineral, khususnya kalsium, sangat dibutuhkan untuk pencegahan gangguan metabolik serta peningkatan kualitas hidup masyarakat.

Kalsium merupakan mineral esensial yang berperan penting dalam menjaga kepadatan tulang, fungsi neuromuskular, serta berbagai proses fisiologis lainnya. Defisiensi kalsium masih menjadi permasalahan nutrisi global yang dapat meningkatkan risiko osteoporosis dan gangguan metabolik apabila tidak ditangani dengan asupan gizi yang memadai. Salah satu strategi yang dapat diterapkan untuk meningkatkan asupan kalsium adalah fortifikasi produk pangan. Namun, pemanfaatan sumber kalsium yang efektif, aman, dan berkelanjutan masih menjadi tantangan dalam pengembangan pangan fungsional.

Limbah cangkang telur ayam ras merupakan salah satu limbah agroindustri yang jumlahnya melimpah dan umumnya belum dimanfaatkan secara optimal. Cangkang telur diketahui mengandung kalsium karbonat dalam jumlah tinggi dan berpotensi sebagai sumber kalsium alami dengan bioavailabilitas yang baik apabila diolah dengan tepat [1]. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa tepung cangkang telur dapat ditambahkan pada puding bakar, es krim, *cookies*. Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan adanya penambahan tepung cangkang telur yang ditambahkan pada makanan tersebut tidak mempengaruhi kualitas bahan pangan [2].

Cangkang telur secara alami berfungsi melindungi komponen telur dari kerusakan fisik, kimia, dan mikrobiologis, mengandung sekitar 24,5% kalsium [6]. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa tepung cangkang telur dapat digunakan dalam produk pangan seperti puding bakar, es krim, *cookies* tanpa menurunkan kualitas sensoris maupun mutu pangan [2]. Kandungan kalsiumnya yang tinggi juga menjadikannya berpotensi menggantikan kalsium sintetis maupun kalsium dari tulang sapi yang lebih mahal dan kurang efisien dari segi ketersediaan [15].

*Snack bar* merupakan salah satu bentuk camilan fungsional yang ideal untuk difortifikasi karena bersifat padat gizi, praktis, mudah dikonsumsi, serta fleksibel dalam formulasi bahan. Pengembangan *snack bar* dengan penambahan tepung cangkang telur ayam ras

tidak hanya berpotensi menghasilkan produk kaya kalsium, tetapi juga menjadi alternatif inovatif dalam pengelolaan limbah pangan berbasis keberlanjutan. Hal ini sejalan dengan tren pengembangan *healthy snack* dan *functional food* yang ramah lingkungan.

Osteoporosis berkaitan erat dengan kalsium saat proses *bone remodelling*. Ketidakseimbangan antara aktivitas osteoblas dan osteoklas dapat menyebabkan penurunan massa tulang. Tubuh akan mempertahankan kadar kalsium darah melalui mekanisme hormon paratiroid (PTH), ketika asupan kalsium, PTH akan meningkat dan memicu resorpsi tulang untuk melepaskan kalsium ke dalam sirkulasi [3]. Kondisi ini, jika terjadi secara berulang, dapat mengakibatkan osteoporosis. Oleh karena itu, kecukupan asupan kalsium dari sumber pangan menjadi faktor penting dalam menjaga kesehatan tulang [4].

Berbagai penelitian mendukung pentingnya kalsium alami dalam pencegahan osteoporosis. Sumber kalsium alami seperti susu, ikan, dan kacang-kacangan banyak dikonsumsi masyarakat, namun ketersediaannya tidak selalu ada dan harganya tidak murah. Pemanfaatan limbah organik cangkang telur dapat menjadi salah satu alternatif. Cangkang telur merupakan salah satu bahan alami yang mengandung sekitar 94% kalsium karbonat, 1% kalium fosfat, dan 1% magnesium karbonat. Penelitian sebelumnya juga menunjukkan bahwa tepung cangkang telur dapat dimanfaatkan dalam produk pangan tanpa menurun kualitasnya [2].

Nilai dialisis kalsium yang lebih tinggi pada cangkang telur dan garam kalsium yang dihasilkan dari bubuk cangkang telur dibandingkan dengan suplemen kalsium komersial, serta keberadaan komponen mineral bernilai, menjadikan cangkang telur sebagai biomaterial yang potensial untuk pengembangan suplemen pangan baru. Cangkang telur dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku dalam pembuatan garam kalsium dengan tingkat kelarutan dan ketersediaan kalsium yang lebih tinggi dibandingkan kalsium karbonat sintetis. Bubuk cangkang telur ayam merupakan sumber kalsium yang mudah diperoleh, berbiaya rendah, dan bersifat alami. Metode *in vitro* yang mensimulasikan pencernaan usus memiliki keunggulan karena

efisien dan tidak memerlukan waktu yang lama. Oleh karena itu, ketersediaan hayati kalsium dari garam kalsium berbasis cangkang telur perlu dikaji lebih lanjut guna mendorong pemanfaatan cangkang telur sebagai alternatif sumber kalsium yang layak dan ekonomis [5].

Merujuk pada penelitian yang dilakukan oleh [6], menunjukkan bahwa kadar kalsium terdapat dalam cangkang telur yang telah diolah menjadi bentuk tepung menunjukkan sebesar 24,50%. Kemudian cangkang telur tersebut di olah menjadi *snack bar* dengan konsentrasi 3%, 6% dan 9%. Hasil menunjukkan kadar kalsium yang terdapat dalam masing-masing *snack bar* adalah 0,38%, 0,58% dan 0,69%. Hal ini menunjukkan bahwa *snack bar* yang ditambahkan tepung cangkang telur dapat berpotensi menjadi alternatif pemenuhan kebutuhan kalsium harian [6].

Dalam pembuatan produk pangan fungsional, selain nilai gizi daya terima konsumen juga dibutuhkan. Bentuk *snack bar* dipilih karena praktis, bergizi, dan mudah diterima oleh berbagai kelompok usia. Berdasarkan literatur yang ada, belum banyak yang mengembangkan *snack bar* yang difortifikasi dengan tepung cangkang telur. Maka dari itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan inovasi *snack bar* berbahan dasar tepung cangkang telur sebagai sumber kalsium alami dan mengoptimalkan pemanfaatan limbah pangan.

## 2 Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratorium yaitu pembuatan tepung cangkang telur dan formulasi *snack bar* dengan tiga varian rasa yaitu keju, coklat dan kacang merah. Ketiga *snack bar* kemudian dilanjutkan uji organoleptis dan uji hedonik untuk melihat mana varian rasa yang paling banyak disukai. Pilihan *snack bar* yang paling disukai dipilih untuk dilanjutkan pengukuran kadar kalsium dan analisis proksimat.

### 2.1 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah bunsen, ose bulat, mixer, loyang, oven, labu ukur, pipet ukur, hot plate, lemari asam, batang pengaduk, gelas kimia, timbangan analitik, corong kaca, pipet ukur, spektrofotometri serapan atom, sokhlet,

spektrofotometri Uv-Vis, sentrifuge, rotary evaporator, statif dan spatel.

Bahan utama yang digunakan adalah cangkang telur, margarin, madu, pasta kacang merah, keju, coklat batang, kuning telur, tepung terigu, susu bubuk, tepung maizena, kismis, bovin serum albumin, HCl 10%, NaOH, n-Heksana, pereaksi buret, HNO<sub>3</sub>, dan HClO<sub>4</sub>.

### 2.2 Prosedur Penelitian

Penelitian dimulai dengan mengumpulkan sampel cangkang telur dengan karakteristik warna coklat muda hingga coklat tua. Cangkang telur yang sudah terkumpul dicuci menggunakan air mengalir untuk menghilangkan kotoran yang menempel dan dipisahkan dari lapisan membrannya. Setelah cangkang telur dibersihkan, dilanjutkan pembuatan tepung cangkang telur dengan cara cangkang telur direbus dalam air panas sekitar 15 menit untuk membunuh bakteri patogen. Cangkang telur kemudian dioven dengan suhu 60°C selama 2 jam. Cangkang telur yang telah kering selanjutnya dihaluskan menggunakan belnder, kemudian diayak menggunakan ayakan mesh 80.

Tabel 1 Formula *snack bar* berbagai varian rasa

No	Bahan yang digunakan dalam Formula <i>snack bar</i> berbagai varian rasa	Berat (gram)		
		Rasa kacang merah	Rasa keju	Rasa coklat
1	Tepung cangkang telur	8,1	8,1	8,1
2	Tepung terigu	81,9	81,9	81,9
3	Tepung maizena	15	15	15
4	Susu bubuk	30	30	30
5	Kuning telur	30	30	30
6	Margarin	30	30	30
7	Madu	60	60	60
8	Kismis	30	30	30
9	Pasta kacang merah	60	-	-
10	Keju parut	-	30	-
11	Pasta keju	-	30	-
12	Cokelat batang dipotong kecil	-	-	30
13	Cokelat batang dilelehkan	-	-	30

Setelah pembuatan tepung cangkang telur, selanjutnya dilakukan pembuatan *snack bar* dengan 3 varian rasa yaitu coklat, keju, dan kacang merah. Ketiga formula *snack bar* dapat dilihat pada Tabel 1. Kemudian ketiga variasi rasa *snack bar* tersebut dilakukan uji organoleptis dan ditentukan formulasi yang paling banyak disukai dengan melakukan uji

hedonik *Snack bar* yang terpilih dilanjutkan untuk diukur kadar kalsiumnya secara kualitatif dan kuantitatif serta analisis proksimat terdiri dari pengukuran kadar air, kadar abu total, kadar abu tak larut asam, kadar protein, kadar lemak, dan kadar karbohidrat.

### 2.3 Uji Analisis

Penentuan variasi rasa snack bar dilakukan melalui observasi terhadap produk snack secara acak yang terdapat dipasaran. Uji hedonik dilakukan terhadap 39 orang panelis tidak terlatih untuk menilai atribut warna, aroma, tekstur, rasa, mouthfeel, aftertaste, dan overall. Penilaian dilakukan menggunakan skala hedonik 1-7, tanpa perbandingan antar sampel. Panelis memberikan penilaian dengan mengisi lembar uji yang telah disediakan, kemudian dilakukan rating test dan ranking test untuk memperoleh tingkat kesukaan secara menyeluruh. Selanjutnya, kadar kalsium dianalisis secara kuantitatif menggunakan spektrofotometer serapan atom untuk menentukan kadar kalsium secara tepat. Analisis proksimat meliputi pengukuran kadar air dilakukan dengan metode oven hingga bobot sampel mencapai konstan, sedangkan kadar abu total menggunakan tanur pada suhu tinggi. Kadar abu tak larut asam diukur dengan menambahkan HCl 10% pada sampel, kemudian dipanaskan, disaring, dan residunya diabukan kembali menggunakan tanur. Kadar protein dianalisis menggunakan metode biuret menggunakan kurva standar bovine serum albumin, sedangkan kadar lemak ditentukan dengan metode soxhlet. Kadar karbohidrat diperoleh dengan metode by difference, yaitu melalui perhitungan selisih dari total 100% dengan kadar air, abu, protei, dan lemak yang telah ditentukan sebelumnya.

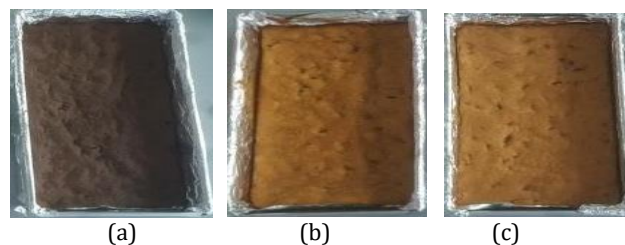
### 2.4 Analisis Data

Proses analisis data dilakukan secara deskriptif terhadap karakteristik setiap formula snack bar. Data hasil uji hedonik dianalisis menggunakan program Microsoft Excel untuk menghitung nilai rata-rata pada setiap atribut penilaian. Setiap pengujian hedonik dilakukan dua kali pengulangan. Pada analisis data *rating test*, data yang didapatkan dihitung rata-rata dari data pengulangan 1 dan pengulangan 2, di mana nilai tertinggi menunjukkan tingkat kesukaan panelis yang paling besar terhadap

sampel. Sedangkan pada analisis data *ranking test*, data yang diperoleh terlebih dahulu diurutkan berdasarkan tingkat peringkat (*ranking*) menjadi peringkat 1, 2, dan 3. Selanjutnya, data dianalisis menggunakan fungsi *IF* untuk memberikan bobot nilai pada setiap peringkat. Data dengan peringkat 1 dikalikan dengan koefisien 1,27, peringkat 2 dikalikan dengan koefisien 0,54, dan peringkat 3 dikalikan dengan koefisien 0,20. Hasil pembobotan tersebut kemudian digunakan sebagai dasar dalam pengolahan dan analisis data selanjutnya yaitu menghitung rata-rata dari data pengulangan 1 dan pengulangan 2. Analisis kuantitatif kadar kalsium diperoleh dari hasil serapan sampel yang diukur menggunakan spektrofotometer serapan atom. Analisis proksimat yang meliputi kadar air, abu, protein, lemak, dan karbohidrat juga dianalisis secara deskriptif dengan menguraikan nilai hasil pengujian untuk menggambarkan komposisi kimia masing-masing formulasi snack bar.

## 3 Hasil dan Pembahasan

### 3.1 Deskripsi Umum Snack Bar



Gambar 1 *Snack Bar* yang telah difortifikasi dengan tepung cangkang telur: (a) Rasa Kacang Merah, (b) Rasa Cokelat, (c) Rasa Keju

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh [6], hasil pengukuran kalsium pada cangkang telur menunjukkan hasil sebesar 24,5% atau sekitar 24.500 mg dalam 100 g. Dari data tersebut menunjukkan bahwa cangkang telur memiliki potensi yang sangat baik untuk menjadi salah satu alternatif dalam pemenuhan kebutuhan kalsium. Dalam penelitian tersebut juga dilakukan pengukuran kalsium pada snack bar yang telah ditambahkan tepung cangkang telur dengan konsentrasi 3%, 6% dan 9%. Formula dasar pada penelitian tersebut

menggunakan pasta kacang merah sebagai bahan penambah cita rasa. Formulasi yang memiliki kadar kalsium paling tinggi yaitu penambahan tepung cangkang telur sebanyak 9% kemudian kembangkan menjadi beberapa varian rasa seperti keju dan cokelat. Proses formulasi dilakukan melalui tahap pengembangan resep dasar dengan penambahan tepung cangkang telur dalam jumlah tetap, sementara perbedaan hanya terletak pada jenis bahan penambah rasa [6].

Proses analisis data dilakukan secara deskriptif terhadap uji organoleptis setiap formula *snack bar*. Data hasil uji hedonik dianalisis menggunakan program Microsoft Excel untuk menghitung nilai rata-rata pada setiap atribut penilaian, di mana nilai tertinggi menunjukkan tingkat kesukaan panelis yang paling besar terhadap sampel. Analisis kuantitatif kadar kalsium diperoleh dari hasil serapan sampel yang diukur menggunakan spektrofotometer serapan atom. Analisis proksimat yang meliputi kadar air, abu, protein,

lemak, dan karbohidrat juga dianalisis secara deskriptif dengan menguraikan nilai hasil pengujian untuk menggambarkan komposisi kimia masing-masing formulasi *snack bar*.

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa ketiga varian rasa *snack* memiliki hasil uji organoleptis yang berbeda, yang ditunjukkan pada tabel 2. Pada *snack bar* rasa kacang merah memiliki warna cokelat kekuningan, aroma yang harum, rasa yang cukup manis dan tekstur yang lembut. *Snack bar* memiliki warna yang paling berbeda yaitu warna cokelat tua dengan aroma khas cokelat, rasa manis dan tekstur agak renyah. *Snack bar* rasa keju memiliki warna yang hampur serupa dengan *snack* rasa kacang merah namun memiliki tekstur yang lebih lembut dibandingkan kedua varian *snack bar* yang lain. Penambahan tepung cangkang telur tidak memberikan pengaruh negatif terhadap tampilan dan rasa produk, menandakan bahwa bahan tersebut dapat ditambahkan pada produk pangan tanpa menurunkan mutu organoleptik.

Tabel 2 Hasil uji organoleptis sediaan *snack bar*

No.	Parameter	Formula		
		F1 (Kacang merah)	F2 (Cokelat)	F3 (Keju)
1	Warna	Cokelat kemerahan	Cokelat tua	Cokelat kekuningan
2	Aroma	Aroma Khas Kacang	Aroma Khas Cokelat	Aroma Khas Keju
3	Tekstur	Lembut	Sedikit renyah	Lembut
4	Rasa	Manis	Manis	Manis

Tabel 3 Hasil *rating test* dan *ranking test*

No.	Parameter	F1 (Kacang merah)	F2 (Cokelat)	F3 (Keju)
<b>Rating test</b>				
1	Warna	5,64±0,02	5,73±0,01	5,77±0,02
2	Aroma	5,29±0,004	5,97±0,00034	5,14±0,01
3	Tekstur	5,17±0,02	5,58±0,02	5,56±0,02
4	Rasa	5,40±0,02	5,69±0,02	5,60±0,01
5	Mouthfeel	5,12±0,01	5,48±0,02	5,62±0,01
6	Aftertaste	4,99±0,01	5,34±0,004	5,58±0,02
7	Overall	5,38±0,02	5,81±0,01	5,79±0,02
<b>Ranking test</b>				
1	Warna	0,90±0,004	0,99±0,004	1,06±0,0003
2	Aroma	0,93±0,002	1,09±0,51	0,93±0,004
3	Tekstur	0,88±0,004	1,06±0,003	1,03±0,001
4	Rasa	0,83±0,003	1,11±0,0004	1,01±0,48
5	Mouthfeel	0,90±0,004	1,08±1,01	0,97±0,004
6	Aftertaste	0,88±0,004	1,04±0,003	1,02±0,001
7	Overall	0,84±0,003	1,06±0,003	1,04±0,0005
Total atribut penilaian yang menunjukkan nilai tertinggi		0	6	1

Notes: Angka bercetak tebal dan miring menunjukkan nilai tertinggi dan atribut yang paling disukai pada tiap formula *snack bar*

### 3.2 Uji Hedonik

Dalam penelitian ini, pengujian dilakukan menggunakan dua metode yaitu *rating test* untuk mengukur tingkat penerimaan produk, dan *ranking test* untuk mengurutkan referensi panelis terhadap beberapa varian rasa [7] dapat dilihat pada Tabel 3.

Hasil menunjukkan bahwa pada varian kacang merah (F1), atribut yang paling disukai adalah warna dengan nilai rata-rata 5,64, sedangkan atribut paling rendah adalah *aftertaste* dengan nilai 4,99. Pada varian coklat (F2), aroma menjadi atribut paling disukai dengan 5,97, sementara *aftertaste* memperoleh nilai terendah sebesar 5,34. Pada varian keju (F3), penilaian tertinggi terdapat pada aspek keseluruhan (*overall*) dengan nilai 5,79, sedangkan aroma menjadi atribut dengan skor terendah sebesar 5,14.

Secara umum, panelis memberikan nilai tertinggi pada varian coklat (F2) dibandingkan varian lainnya. Varian memiliki aroma khas coklat yang kuat, tekstur lebih renyah, serta rasa manis seimbang menutupi aroma khas tepung cangkang telur. Selain itu, coklat mudah meleleh saat proses pemanggangan sehingga memberikan sensasi *mouthfeel* yang lebih lembut dan menyatu dengan adonan. Dari segi warna, varian keju memiliki warna coklat kekuningan yang lebih menarik dibandingkan F1 dan F2. Namun, berdasarkan hasil rata-rata keseluruhan, varian coklat merupakan *snack bar* yang paling disukai oleh panelis.

### 3.3 Analisis Kadar Kalsium

Analisis kuantitatif kadar kalsium menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom. Sebelum dilakukan pengukuran, sampel terlebih dahulu melalui proses destruksi untuk melarutkan unsur-unsur di dalamnya sehingga dapat dianalisis. Terdapat dua metode destruksi, yaitu destruksi basah menggunakan pereaksi asam kuat dan destruksi kering menggunakan pemanasan pada suhu tinggi [8]. Pada penelitian ini digunakan proses destruksi basah dengan campuran asam nitrat (HNO<sub>3</sub>) dan asam perklorat (HClO<sub>4</sub>) untuk mengoksidasi senyawa organik. Proses destruksi dilakukan sebanyak tiga kali pengulangan guna memperoleh hasil yang lebih akurat. Destruksi dinyatakan selesai apabila sampel berubah menjadi larutan jernih tanpa endapan [9].

Hasil analisis kuantitatif pada *snack bar* pada varian rasa coklat (F2) yang merupakan varian yang paling disukai panelis didapatkan adalah 0,34% atau 340 mg dalam 100 g. Meskipun terjadi penurunan kadar kalsium dibandingkan tepung cangkang telur murni, produk tetap memiliki kandungan kalsium yang cukup tinggi.

Secara keseluruhan, hasil analisis menunjukkan bahwa tepung cangkang telur berpotensi tinggi sebagai sumber kalsium alami yang dapat diaplikasikan dalam produk pangan seperti *snack bar*, dengan varian rasa coklat sebagai formulasi yang paling disukai panelis.

Hasil menunjukkan bahwa pada varian kacang merah (F1), atribut yang paling disukai adalah warna dengan nilai rata-rata 5,64, sedangkan atribut paling rendah adalah *aftertaste* dengan nilai 4,99. Pada varian coklat (F2), aroma menjadi atribut paling disukai dengan 5,97, sementara *aftertaste* memperoleh nilai terendah sebesar 5,34. Pada varian keju (F3), penilaian tertinggi terdapat pada aspek keseluruhan (*overall*) dengan nilai 5,79, sedangkan aroma menjadi atribut dengan skor terendah sebesar 5,14.

Secara umum, panelis memberikan nilai tertinggi pada varian coklat (F2) dibandingkan varian lainnya. Varian memiliki aroma khas coklat yang kuat, tekstur lebih renyah, serta rasa manis seimbang menutupi aroma khas tepung cangkang telur. Selain itu, coklat mudah meleleh saat proses pemanggangan sehingga memberikan sensasi *mouthfeel* yang lebih lembut dan menyatu dengan adonan. Dari segi warna, varian keju memiliki warna coklat kekuningan yang lebih menarik dibandingkan F1 dan F2. Namun, berdasarkan hasil rata-rata keseluruhan, varian coklat merupakan *snack bar* yang paling disukai oleh panelis. Hasil analisis kalsium dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4 Hasil pengukuran kadar kalsium dan analisis proksimat *snack bar* varian coklat

No.	Parameter	Hasil ± SD	Standar mutu <i>snack bar</i> (%)
1	Kadar Kalsium (%)	0,34 ± 0,01	
2	Kadar air (%)	9,92±0,45	6,1
3	Kadar abu total (%)	3,25±0,04	1,9
4	Kadar abu tak larut asam (%)	0,60±0,16	0,10
5	Kadar lemak (%)	15,75±0,63	20,4
6	Kadar protein (%)	13±1	8,00
7.	Kadar karbohidrat (%)	58,08±9,15	63,60

### 3.4 Analisis Proksimat

Proses analisis data dilakukan secara deskriptif terhadap karakteristik setiap formula *snack bar*. Data hasil uji hedonik dianalisis menggunakan program Microsoft Excel untuk menghitung nilai rata-rata pada setiap atribut penilaian, di mana nilai tertinggi menunjukkan tingkat kesukaan panelis yang paling besar terhadap sampel. Analisis kuantitatif kadar kalsium diperoleh dari hasil serapan sampel yang diukur menggunakan spektrofotometer serapan atom. Analisis proksimat yang meliputi kadar air, abu, protein, lemak, dan karbohidrat juga dianalisis secara deskriptif dengan menguraikan nilai hasil pengujian untuk menggambarkan komposisi kimia masing-masing formulasi *snack bar*.

Analisis proksimat pada penelitian ini meliputi penentuan kadar air, abu, lemak, protein, dan karbohidrat sebagai parameter mutu bahan pangan. Hasil analisis menunjukkan bahwa kadar air *snack bar* mencapai 9.92%. Kandungan air merupakan komponen yang penting karena dapat mempengaruhi daya simpan, tekstur, cita rasa dan penampakan dari produk pangan [10]. Nilai ini melebihi batas USDA (2018), yaitu maksimal 6% disebabkan oleh penambahan margarin yang mengandung fase air dan membentuk lapisan lemak sehingga menghambat penguapan selama pemanggangan. Lemak yang terabsorpsi pada permukaan partikel pati akan membentuk lapisan lemak. Lapisan lemak ini mengakibatkan penguapan air selama pengovenan berkurang karena kepolaran lemak dan air berbeda sehingga tidak dapat menyatu [11].

Kadar abu total merupakan bagian dari analisis proksimat yang bertujuan untuk mengetahui nilai gizi suatu bahan pangan, serta menunjukkan mineral yang terkandung dalam bahan. Kadar abu tak larut asam adalah zat yang tertinggal bila suatu sampel bahan makanan dibakar sempurna di dalam suatu tungku pengabuan, kemudian dilarutkan dalam asam (HCl) dan sebagian zat tidak dapat larut dalam asam. Penentuan kadar abu tak larut asam berhubungan erat dengan kandungan mineral yang terdapat dalam suatu bahan, kemurnian serta kebersihan bahan tersebut [12]. Pada analisis kadar abu *snack bar*, menunjukkan kadar abu total sebesar 3,25% dan kadar abu

tak larut asam sebesar 0,60%,. Menurut USDA (2018), kadar abu total *snack bar* tidak sesuai dengan standar untuk *snack bar* yaitu maksimal 1,9% dan kadar abu tidak larut asam jika mengacu pada SNI 2973-2018, maka *snack bar* tidak memenuhi syarat maksimal 0,1%. Tingginya kadar abu pada *snack bar* terjadi karena tepung cangkang telur memiliki kadar abu yang cukup tinggi. Kadar abu yang tinggi menandakan banyak mineral yang terkandung dalam sampel [13].

Parameter kadar lemak dengan metode soxhletasi menunjukkan bahwa kandungan lemak yang terdapat dalam *snack bar* sebesar 15,75% dan telah sesuai standar USDA (2018) yaitu 20,42%. Tingginya kadar lemak dipengaruhi oleh penambahan bahan-bahan tinggi lemak seperti margarin, susu bubuk, dan kuning telur. Tingginya kadar lemak juga dapat disebabkan waktu dan suhu pengeringan, semakin lama waktu dan semakin tinggi suhu yang digunakan akan menyebabkan kandungan lemak yang ada pada bahan semakin meningkat [14].

Analisis kadar protein menggunakan metode biuret menunjukkan bahwa *snack bar* memiliki kadar protein sebesar 13% yang telah memenuhi standar minimal USDA (2018) dan berasal dari kontribusi bahan tambahan yang kaya protein, termasuk susu bubuk, cokelat dan kuning telur. Sementara itu, karbohidrat yang dihitung dengan metode *by difference* diperoleh sebesar 58,08% yang masih sesuai dengan standar USDA (2018). Kandungan karbohidrat tersebut terutama berasal dari tepung terigu, tepung maizena, madu dan cokelat yang digunakan dalam formulasi. Secara keseluruhan, komposisi kimia *snack bar* menunjukkan karakteristik nutrisi yang dipengaruhi oleh kombinasi bahan penyusun serta proses pengolahan, sehingga memberikan gambaran kualitas gizi dari produk akhir.

## 4 Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa tepung cangkang telur dapat dimanfaatkan sebagai sumber kalsium alami dalam formulasi *snack bar* yang tetap diterima secara sensoris oleh konsumen. Varian rasa cokelat menjadi produk paling disukai berdasarkan uji hedonik, terutama pada atribut aroma, tekstur dan secara keseluruhan. Analisis kadar kalsium

pada *snack bar* mengkonfirmasi bahwa *snack bar* mengandung kalsium dalam jumlah signifikan.

Dibandingkan sumber kalsium lain seperti susu, ikan bertulang lunak, atau kacang-kacangan, tepung cangkang telur memiliki keunggulan berupa kandungan mineral yang tinggi, ketersediaan yang melimpah, biaya rendah, serta manfaat keberlanjutan melalui pemanfaatan limbah pangan menjadi pangan sehat (*healthy snack*) dan pangan fungsional (*functional food*). Oleh karena itu, *snack bar* rasa coklat berbahan tepung cangkang telur berpotensi menjadi pangan fungsional alternatif untuk mendukung pemenuhan kalsium harian dan pencegahan osteoporosis. Penelitian lanjutan disarankan melibatkan analisis magnesium dan vitamin D guna meningkatkan efektivitas fungsi kesehatan tulang.

## 5 Pernyataan

### 5.1 Penyandang Dana

Penelitian ini tidak mendapatkan pendanaan dari sumber manapun.

### 5.2 Kontribusi Penulis

Semua penulis berkontribusi dalam penulisan artikel ini.

### 5.3 Konflik Kepentingan

Tidak ada konflik kepentingan.

## 6 Daftar Pustaka

- [1] Pokorski, Patryk. 2021. Valorization of bio-waste eggshell as a viable source of dietary calcium for confectionery products. *J Sci Food Agric*, 102..
- [2] H. Evanuraini, I. Thohari, and A. rahmania Safitri. 2021. *Industri Pengolahan Telur*. Malang: UB Press.
- [3] Hejazi, Jalal., Davoodi, Ali., Khosravi, Mohammadreza., Sedaghat, Meghdad., Abedi, Vahideh., Hosseinverdi, Sima., Ehrampoush, Elham., Homayounfar, Reza., Shojaja, Layla. 2020. Nutrition and osteoporosis prevention and treatment. *Biomed. Res. Ther.*, vol. 7, no. 4, pp. 3709–3720, 2020.
- [4] R. A. Ramadhania, A. Magna, P. Nuhriawangsa, and L. Wijayanti. 2024. Pencegahan osteoporosis pada perempuan dengan asupan protein, lemak, vitamin D, fosfor dan konsumsi cookies ceker ayam sebagai sumber kalsium. *Aceh Nutrition Journal*, 9(2).
- [5] Urooj, Asna., Suma, P., Kalra, Ritika. 2018. View of in Vitro Bio-Accessibility of Calcium from Eggshell Powder and Calcium Salts. *Journal of Advances in Food Science and Technology*, 5(3).
- [6] Y. F. Handayani, E. Samsul, and F. Prasetya. 2022. *Proceeding of Mulawarman Pharmaceuticals Conferences*.
- [7] I. P. Tarwendah. 2017. View of Jurnal Review\_ Studi Komparasi Atribut Sensoris dan Kesadaran Merek Produk Pangan. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 5(2).
- [8] I. Asmorowati, Dian Sri. Sumarti, Sri Susilogati. Kristanti. 2020. Perbandingan Metode Destruksi Basah dan Destruksi Kering untuk Analisis Timbal dalam Tanah di Sekitar Laboratorium Kimia FMIPA UNNES," *Indones. J. Chem. Sci.*, 9(3):169–173.
- [9] R. Asra, F. K. Harefa, Z. Zulharmita, and N. Nessa. 2018. Determination of Calcium and Iron Metal in Kelor Leaf (*Moringa oleifera* Lam) by Using Atomic Absorption Spectrophotometry," *J. Pharm. Sci.*, 1(1): 32–38.
- [10] Q. Aini, A. Sulaeman, and T. Sinaga. 2020. Pengembangan Bee Pollen Snack Bar Untuk Anak Usia Sekolah [ Development of Bee Pollen Snack Bar for School-aged Children]. *J. Tekno dan Industri Pangan*, 31(1).
- [11] D. F. Rosida, Nindya aulia Putri, and M. Oktafiani. 2020. AGROINTEK : Jurnal Teknologi Industri Pertanian. *Agrointek*..
- [12] J. Gula, D. A. N. M. Pengerigan, T. O. F. Sugar, and D. Methods, "Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia," vol. 06, no. 03, 2014.
- [13] Y. U. Fikriyah and R. S. Nasution, "Analisis Kadar Air dan Kadar Abu pada Teh Hitam yang," *Amina*, vol. 3, no. 2, pp. 50–54, 2021.
- [14] Riansyah, Angga., Sapiyadi, Agus., Nopianti, Rodiana. 2013. Pengaruh Perbedaan Suhu dan Waktu Pengerigan terhadap Karakteristik Ikan Asin Sepat Siam dengan Menggunakan Oven. *Fishtech*, 2(1).
- [15] A. R. Noviyanti *et al.* 2017. Cangkang Telur Ayam sebagai Sumber Kalsium dalam pembuatan Hidroksiapatit untuk Aplikasi Graft Tulang. *Chimica et Natura Acta*, 5(3):107–111.