

## Perubahan Gula Reduksi, Lemak, dan Protein Coklat Batangan dari Penambahan Tepung Biji Nangka (*Artocarpus Heterophyllus*) Terfermentasi

### *Changes in Reducing Sugar, Fat, Protein, and Sensory Characteristics of Chocolate Bar From The Addition of Clean Fermented Jackfruit Seed Flour*

Dian Fitriarni<sup>1\*)</sup>, Irfan Cholid<sup>2)</sup>, Ayu Dian Pratiwi Permatahati<sup>1)</sup>, Fitriani<sup>3)</sup>, Nenengsih Verawati<sup>4)</sup>

<sup>1)</sup> Program Studi Agroindustri, Politeknik Negeri Ketapang, Kalimantan Barat, Indonesia

<sup>2)</sup> Program Studi Agribisnis, Politeknik Negeri Ketapang, Kalimantan Barat, Indonesia

<sup>3)</sup> Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Samudra, Langsa-Aceh, Indonesia

<sup>4)</sup> Program Studi Teknologi Hasil Perkebunan, Politeknik Negeri Ketapang, Kalimantan Barat, Indonesia

\*Penulis korespondensi: dianfitriarni712@politap.ac.id

Received October 2025, Accepted November 2025, Published December 2025

#### ABSTRAK

Konsumsi produk berbasis coklat mengalami peningkatan namun konsumsi berlebihan dikaitkan dengan obesitas dan diabetes. Oleh karena itu, pengolahan produk berbasis coklat dapat dikembangkan dengan melakukan substitusi tepung biji nangka untuk memperkecil persentase gula yang digunakan. Penelitian ini ditujukan untuk pengembangan produk cokelat dengan kadar gula yang rendah dengan penambahan tepung biji nangka. Bahan utama adalah coklat bubuk dan tepung biji nangka, margarin, susu bubuk, dan gula halus. Tahapan penelitian meliputi tahapan pembuatan coklat, penambahan tepung biji nangka dengan konsentrasi 5%, 15%, 25% dan kontrol. Analisa produk meliputi analisa kadar air, kadar abu, kadar lemak, kadar protein, kadar gula reduksi, dan uji hedonik produk. Hasil analisa menunjukkan kadar air berkisar 1,06-2,02%, kadar abu berkisar 1,87-4,48 %, kadar lemak berkisar 5,8%-2,02%, kadar protein berkisar 5,2-8,6% dan kadar gula reduksi berkisar 20,34%-35,4%. Semakin tinggi persentase tepung biji nangka nilai kadar air tidak berbeda signifikan ( $p>5\%$ ), kadar abu berbeda signifikan ( $p<5\%$ ) antar perlakuan, kadar lemak dan kadar gula reduksi menunjukkan penurunan. Hasil uji sensoris menunjukkan nilai rata-rata untuk rasa dan tekstur cokelat berkisar, aroma 5-7, dan keseluruhan 4-7 dari skala 9. Berdasarkan hasil analisa dapat disimpulkan tepung biji nangka dapat digunakan sebagai bahan substitusi coklat batangan dengan karakteristik nilai gizi dan sensoris lebih baik.

**Kata kunci :** coklat; gula reduksi; hedonik; kimia; tepung biji nangka

#### ABSTRACT

*This study aims to develop chocolate products with low sugar content by adding jackfruit seed flour. The main ingredients are cocoa powder and jackfruit seed flour. The stages of the study include the stages of making chocolate, adding jackfruit seed flour with concentrations of 5%, 15%, 25% and control. Product analysis includes analysis of water content, ash content, fat content, protein content, reducing sugar content, and product hedonic test. The results of the analysis showed the range of values for each parameter of water content 1,06-2,02%, ash content 1,87-4,48 %, fat content 5,8%-2,02 protein content 5,2-8,6% and reducing sugar content 20,34%-35,4%. The higher the percentage of jackfruit seed flour, the water content did not differ significantly ( $p>5\%$ ), the ash content differed significantly ( $p<5\%$ ) between treatments, the fat content and reducing sugar content showed a decrease. The results of the sensory test showed an average value for the taste and texture of chocolate ranging, aroma 5-7, and overall 4-7 on a scale of 9. Based on the results of the analysis, it can be concluded that jackfruit seed flour can be used as a substitute for chocolate bars with better nutritional and sensory characteristics.*

**Keywords:** chocolate; reducing sugar; hedonic; chemistry; jackfruit seed flour

## PENDAHULUAN

Konsumsi coklat mengalami peningkatan pesat pada abad-21 (Saritaş *et al.*, 2024). Coklat adalah produk makanan yang terbuat dari biji kakao (*Theobroma cacao* L.) kering melalui serangkaian proses pemanggangan, penggilingan, dan pengadukan. Coklat dikenal karena rasa dan aromanya (Singh *et al.*, 2024) bahkan diketahui mengandung zat stimulan, seperti teobromin, kafein, dan teofilin yang disebut alkaloid purin, yang memengaruhi sistem saraf pusat. Kandungan polifenol dalam coklat secara signifikan mengurangi durasi imobilitas yang memberikan efek sebagai antidepresan yang dapat memberikan sensasi menyenangkan dan membangkitkan semangat (Nehlig, 2013). Dalam pengolahan coklat, komposisi gula dapat mencapai hampir 50% atau bahkan lebih dari total coklat (Ma *et al.*, 2024). Hal ini disebabkan gula merupakan bahan utama sebagai pengisi dan pemberi rasa manis dan aroma yang khas untuk produk coklat olahan. Hal ini menjadi salah satu kekhawatiran konsumen karena dikaitkan pada efek negatif asupan gula yang tinggi bagi kesehatan tubuh semakin meningkat. Konsumsi coklat ternyata mengakibatkan efek samping seperti perkembangan karies pada gigi, tekanan darah tinggi, penyakit arteri koroner, obesitas, dan diabetes (Singh *et al.*, 2024). Oleh karena itu, riset coklat saat ini mulai berkembang mengikuti perkembangan pola hidup sehat masyarakat, salah satunya dengan melakukan pengembangan produk coklat menjadi coklat fungsional yang rendah gula melalui reformulasi komposisi bahan hingga melakukan substitusi sumber karbohidrat dari sumber nabati lain untuk menekan persentase penggunaan sukrosa. Beberapa penelitian telah melaporkan hasil riset pembuatan coklat dengan penambahan dari berbagai sumber bahan produk coklat dengan substitusi berbagai tepung seperti tepung tapioka (Jati, 2011), tepung kacang belalang (locust bean) (Parlatir *et al.*, 2024), tepung kacang karub (Lanfranchi *et al.*, 2019) dan tepung biji nangka (Molu *et al.*, 2021); (Ravindran *et al.*, 2020). Serupa dengan penelitian terdahulu, penelitian ini juga menggunakan tepung biji nangka. Biji nangka yang digunakan adalah biji nangka yang terlebih dahulu telah mendapatkan perlakuan fermentasi selama 24 jam kemudian dijadikan tepung, dan coklat dibuat dengan formulasi bahan-bahan yang berbeda dari penelitian terdahulu.

Biji nangka merupakan limbah dari buah nangka dengan potensi nilai gizi yang dapat menjadi alternatif sumber pangan yang relatif murah. Azeez, S.O., *et al.*, (2015) melaporkan bahwa biji nangka mengandung asam amino esensial, asam lemak, dan sejumlah kecil gula yang ada dalam biji nangka menjadikannya sumber nutrisi makanan yang murah dan camilan sehat bagi orang yang kelebihan berat badan. Karbohidrat, protein, dan serat merupakan unsur utama biji dan nutrisi ini berinteraksi satu sama lain selama pengembangan produk dan memainkan peran penting dalam menentukan kualitas akhir

produk makanan. Karena biji nangka memiliki rasa hambar tanpa cita rasa yang unik, ada peluang potensial untuk memanfaatkan biji dalam bentuk tepung untuk menambah nilai di sektor industri (Rajarajeshwari & Prakash, 1999). Nilai gizi dan kandungan senyawa fungsional dalam biji nangka menjadikan biji nangka berpotensi untuk dikembangkan menjadi salah satu sumber bahan pangan fungsional. Semakin luas potensi biji nangka akan menaikkan nilai tambah biji nangka. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik fisikokimia dan sensoris coklat batangan yang dibuat dengan penambahan tepung biji nangka.

## METODE PENELITIAN

### Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi alat untuk kegiatan pengolahan dan alat untuk menganalisa produk. Alat untuk pengolahan meliputi kompor gas, wajan, spatula, sendok, mangkuk stainless, pisau, talenan, timbangan analitik (Timbangan digital SF400), loyang plastik, ayakan 60 mesh (Dapur karya mdn). Alat yang digunakan untuk analisa kimia produk digunakan cawan petri (Duran leba 1 cm), oven listrik (Memert suhu 100-105°C), desikator pendingin (Duran 30 cm). Alat-alat yang digunakan dalam analisa meliputi neraca analitik (Kern kapasitas 220 g), cawan kurs (Kurs porselen 50 mL), oven lab (Memert 100-105°C), tanur (*Muffle furnace temperature* 1200°C), Desikator (Duran 30 cm), kertas saring (Fisherbrand), oven lab (Memert 100-105°C), desikator vakum (Duran 30 cm), labu lemak (Pyrex 250 mL), *Boling Flask* 250 mL, *extractor soxhlet* (Primamedicha 250 mL),

Bahan utama dalam penelitian ini adalah biji nangka yang diperoleh dari buah nangka bubuk yang dibeli dari Pasar tradisional diponegoro, Kecamatan Delta Pawan, Kabupaten Ketapang. Bahan-bahan pendukung lainnya meliputi margarin (Falmia) 20 g, susu bubuk (Dancow) 50 g, gula halus (Alini) 150 g, coklat bubuk (Roman) 50 g, 250 mL pelarut N-heksan.

### Pengolahan Tepung Biji Nangka

Biji nangka yang dipilih adalah biji nangka dengan bentuk dan ukuran yang sama. Biji nangka diperoleh dari buah nangka yang sudah matang kemudian dikupas kulit bagian luarnya, biji dibelah menjadi 3 irisan per biji (1-3 mm). Fermentasi biji nangka dilakukan dengan perendaman 50 g irisan kering biji nangka dalam 500 mL selama 48 jam. Setelah difermentasi, biji dicuci bersih, kemudian dikeringkan dalam cabinet drying (50-60°C). Biji nangka dihaluskan kemudian diayak dengan ayakan berukuran 80 mesh.

## Pengolahan coklat batangan dengan substitusi tepung biji nangka

Pengolahan coklat batangan diawali dengan menyangrai tepung biji nangka selama kurang lebih 15 menit. Pembuatan adonan coklat diawali dengan memanaskan margarin 50 g hingga mencair. Kemudian dilakukan penambahan 20 g susu bubuk, mentega 20 g, dan 50 g gula diaduk hingga tercampur sempurna. Coklat batangan dicairkan kemudian dicampur sedikit demi sedikit sambil terus diaduk hingga adonan tercampur merata. Tahap akhir adalah pencampuran tepung biji nangka dengan persentasi 30%, 60%, dan 90%.

### Analisis Kadar Air

Analisis kadar air coklat mengacu pada Standar Nasional Indonesia No. 01-2891-1992 metode gravimetri. Sampel ditimbang sebanyak 2 g kemudian dimasukkan ke dalam wadah kaca yang telah diketahui beratnya. Pemanasan sampel dilakukan menggunakan suhu 100-105°C selama 3-5 jam dan didinginkan dalam desikator selama 15 menit sebelum ditimbang. Tahapan ini dilakukan hingga diperoleh berat konstan antar 2 penimbangan. Pengurangan berat sampel mengindikasikan banyaknya air dalam sampel.

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{W - W_1}{w_1} \times 100\%$$

Keterangan :

w = bobot sampel + cawan sebelum dikeringkan (g)  
w<sub>1</sub> = bobot sampel + cawan setelah dikeringkan (g)  
w<sub>2</sub> = bobot sampel (g)

### Analisis Kadar Abu

Analisis kadar abu mengacu pada Standar Nasional Indonesia No. 01-2891-1992. Sampel ditimbang 2 g ditempatkan dalam cawan porselin yang telah dikeringkan dalam oven selama 1 jam pada suhu 105°C. Sampel terlebih dahulu dipijarkan dengan api bunsen sampai tidak berasap lagi sebelum dimasukkan ke dalam tanur (500°C selama 4-5 jam). Setelah sampel menjadi abu berwarna putih, sampel didinginkan dalam desikator kurang lebih 15 menit. Sampel kemudian ditimbang kembali dan hasil penimbangan dimasukkan dalam rumus :

$$\text{Berat abu (\%)} = \frac{w_1 - w_2}{w} \times 100\%$$

Keterangan :

- W = Bobot contoh sebelum diabukan, (gram)
- W<sub>1</sub> = Bobot contoh + cawan sesudah diabukan, (gram)
- W<sub>2</sub> = Bobot cawan kosong, dalam (gram)

### Kadar Gula Reduksi

Penentuan kadar gula reduksi menggunakan metode Luff Schoorl dari SNI -1-2892-1992 pengujian makanan dan minuman. Sampel ditimbang sebanyak

5–25 g setelah dihaluskan dan ditempatkan dalam beaker glass 250 mL. Sampel dilarutkan dengan 100 mL aquades, ditambahkan Pb asetat untuk penjernihan, ditambahkan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> untuk menghilangkan kelebihan Pb selanjutnya diencerkan hingga tepat 250 mL. Campuran larutan tersebut diambil 25 mL ke dalam erlenmeyer untuk dicampur dengan 25 mL larutan Luff-Schoorl. Selain larutan blanko, dibuat juga larutan blanko dibuat dari campuran 25 ml larutan Luff-Schoorl ditambah 25 ml aquades. Larutan dididihkan dengan pendingin balik selama 10 menit. Setelah pemanasan, larutan segera didinginkan, ditambahkan larutan KI 20% 15 mL dan

Tabel 1. Formulasi Coklat Biji Nangka

| Bahan              | Kontrol | CBT1 (30%) | CBT2 (60%) | CBT3 (90%) |
|--------------------|---------|------------|------------|------------|
| Tepung biji nangka | 0       | 15         | 30         | 45         |
| Coklat batangan    | 50      | 45         | 20         | 15         |
| Mentega            | 20      | 20         | 20         | 20         |
| Susu bubuk         | 20      | 50         | 50         | 50         |
| Gula               | 50      | 50         | 50         | 50         |

25 mL H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 26,5% 25 mL. Larutan tersebut dititrasikan dengan larutan natrium tiosulfat 0,1 N menggunakan indikator pati 1% sebanyak 2-3 tetes hingga diperoleh warna krem susu.

Perhitungan :

$$\text{Kadar Gula Reduksi (\%)} = \frac{\text{mg GR (tabel)} \times \text{FP}}{W \times 1000} \times 100\%$$

Keterangan:

W = Berat Sampel (g)  
GR = Gula Reduksi (mg)  
FP = Faktor Pengenceran

### Analisa Protein

Analisis protein mengacu pada Standar Nasional Indonesia No. 01-2891-1992. Analisis menggunakan metode Kjeldahl. Sampel yang telah dihaluskan ditimbang 1 g dimasukkan dalam labu kjedahl 100 mL, 10 mL asam sulfat pekat dan 1 g katalisator untuk mempercepat destruksi. Labu kjedahl dipanaskan dengan api kecil yang kemudian dibiarkan untuk menaikkan suhu hingga diperoleh larutan berwarna hijau jernih. Hasil destruksi didinginkan kemudian diencerkan dengan 100 mL aquades digojog hingga campuran homogen. Campuran ini kemudian dipipet 5 mL kemudian dimasukkan ke dalam labu destilasi. Pada larutan ditambahkan NaOH 30% secara perlahan melalui dinding tabung destilasi. Labu destilat kemudian dihubungkan dengan kondensor yang ujungnya dibenamkan dalam cairan penampung yang berisi asam klorida 0,1N, 10 mL dan telah ditetesi 5 tetes indikator metil merah. Lakukan pengecekan hasil destilasi dengan kertas lakmus jika larutan tidak basa maka hentikan destilasi. Hasil destilasi ditampung

dalam erlenmeyer dititrasasi dengan natrium hidroksida 0,1 N. Titik akhir titrasi ditandai dengan warna merah muda menjadi kuning. Dilakukan penghitungan kadar protein dengan persamaan :

$$\text{Kadar Nitrogen} = \frac{(V_{ts} - V_{tb}) \times 14,007 \times N \text{ NaOH}}{\text{Berat Sampel}} \times 100\%$$

$$\text{Kadar Protein (\%)} = \text{Kadar Nitrogen (\%)} \times \text{Faktor Konversi}$$

#### Kadar Lemak

Analisis kadar lemak mengacu pada SNI -1-2892-1992 menggunakan metode ekstraksi soxhlet. Menimbang 2 g sampel ditimbang pada wadah petridish kemudian pindahkan sampel ke dalam timble. Sampel ditempatkan dalam alat ekstraksi soxhlet yang dihubungkan dengan labu lemak yang

diminta untuk menuliskan tanggapan panelis terhadap produk coklat yang diuji.

#### Rancangan Percobaan

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan tiga kali pengulangan. Perlakuan pada tiap unit percobaan adalah persentase tepung biji nangka masing-masing 30%, 60%, dan 90%. Data hasil analisa dinyatakan sebagai angka dengan standar deviasi. Analisis varian dilakukan dengan menggunakan uji ANOVA dan Duncan dengan signifikansi yang ditentukan pada  $p < 0,05$ .

#### HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses pengolahan biji nangka dilakukan dengan mengaplikasi teknik fermentasi. Proses fermentasi dilakukan secara spontan fermentasi

Tabel 2. Data Hasil Uji Kadar Air dan Kadar Abu

| Sampel | Kadar Air (%)           | Kadar Abu (%)          | Kadar Lemak (%)        | Kadar Protein (%)     | Kadar Gula Reduksi (%)  |
|--------|-------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|-------------------------|
| CTB0%  | 1,06 ±0,12 <sup>a</sup> | 1,87±0,02 <sup>a</sup> | 58±0,02 <sup>c</sup>   | 5,2±0,2 <sup>c</sup>  | 20,34±0,07 <sup>a</sup> |
| CTB5%  | 1,52±0,23 <sup>a</sup>  | 2,68±0,1 <sup>a</sup>  | 40,3±0,3 <sup>a</sup>  | 6,3±1,3 <sup>a</sup>  | 23,4±0,26 <sup>d</sup>  |
| CTB15% | 1,87±1,2 <sup>b</sup>   | 3,74±1,07 <sup>a</sup> | 36,4±1,02 <sup>a</sup> | 7,7±1,02 <sup>a</sup> | 28,6±1,14 <sup>c</sup>  |
| CTB25% | 2,02±0,03 <sup>b</sup>  | 4,48±0,1 <sup>a</sup>  | 20,2±0,15 <sup>c</sup> | 8,6±0,5 <sup>c</sup>  | 35,4±0,05 <sup>b</sup>  |

Sumber : Data Pribadi, 2025

telah dikeringkan dan diketahui bobotnya. Ekstraksi dilakukan dengan pelarut heksana selama kurang lebih 6 jam. Labu dikeringkan dalam oven selama 2 jam bersuhu 100°C lalu didinginkan dan ditimbang. Pengeringan dilakukan hingga diperoleh bobot konstan atau tidak lebih dari 0,1 % dari bagian sampel pada 2 pembacaan berat berturut-turut. Perhitungan kadar lemak :

$$\text{Kadar lemak (\%)} = \frac{W3 - W1}{W2} \times 100\%$$

Keterangan:

W1 = Berat labu kosong

W2 = Berat sampel

W3 = Berat labu dan lemak terekstraksi

#### Uji Organoleptik (Uji kesukaan)

Uji organoleptik atau uji sensoris dilakukan menggunakan uji hedonik. Sampel coklat yang disajikan masing-masing dengan berat 2,5g ditempatkan di atas piring kertas. Sampel terlebih dahulu telah disimpan pada suhu ruangan dan diberi 3 kode digit nomor acak yang berbeda. Uji hedonik dalam penelitian ini menggunakan 25 orang panelis dan menggunakan skala 7 dalam penilaiannya (1= amat sangat tidak sukan dan 7 = amat sangat suka). Panelis terdiri dari mahasiswa semester V program studi Agroindustri dan teknisi. Ada 5 parameter pengamatan uji sensoris meliputi rasa, aroma, warna, dan tekstur. Pada akhir sesi penilaian, panelis

langsung selama 48 jam. Proses fermentasi disini bertujuan untuk menghasilkan tepung biji dengan karakteristik pati tepung biji nangka terdegradasi menjadi oligosakarida (Jayus et al., 2016). Oligosakarida memiliki efek menurunkan kadar glukosa darah, tekanan darah, antioksidan, antiinflamasi, mengatur sistem kekebalan tubuh, antialergi, mendorong pertumbuhan bifidobacteria, dan meningkatkan kesehatan tubuh (Erejuwa et al., 2012). Biji diproses hingga diperoleh tepung biji nangka. Produk akhir coklat batangan dengan substitusi tepung biji nangka selanjutnya dikemas dalam aluminium foil dan ditempatkan dalam lemari pendingin untuk digunakan dalam analisa selanjutnya. Hasil akhir coklat batangan seperti ditampilkan pada



Berdasarkan Tabel 1 diperoleh data hasil analisa terhadap kadar air, kadar abu, kadar lemak, dan kadar karbohidrat coklat hasil penelitian ini (rancangan 1 faktor dengan 4 perlakuan). Kadar air coklat batangan dari hasil penambahan tepung biji nangka memiliki kadar air berkisar 1,06-2,02% ( $P < 0,05$ ). Kadar abu menunjukkan nilai berkisar 1,87-4,48 % ( $P < 0,05$ ), kadar lemak berkisar 2,02%-5,8%, dan kadar gula reduksi berkisar 20,34%-35,4%. Banyak faktor yang mempengaruhi perilaku aliran coklat, seperti bahan baku, jumlah lemak, kadar air, distribusi ukuran partikel, konsentrasi pengemulsi, atau kondisi pembuatan, antara lain (Pombal *et al.*, 2024).

### Kadar Air

Nilai kadar air tiap sampel menunjukkan nilai yang berbeda tiap perlakuan. Secara umum mengalami penurunan dengan semakin besarnya persentase tepung biji nangka yang berbeda signifikan. Semakin banyak tepung biji nangka yang ditambahkan, kadar air yang dihasilkan semakin tinggi. Nilai kadar air produk akhir untuk kontrol 1,06%, CBT1 1,52%, CBT2 1,87%, dan CBT3 2,02%. Nilai kontrol, CBT 1-2 kurang dari standar SNI 2%, namun CBT3 melebihi 2%. Kadar air pada setiap perlakuan yang berbeda diduga dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti bahan baku utama, suhu dan lama pemanggangan juga mempengaruhi kadar air produk yang dihasilkan (Habibah *et al.*, 2021). Kadar air coklat dapat dipengaruhi oleh komposisi bahan yang digunakan dalam pembuatan coklat. Kadar air tepung biji nangka berkisar 8.39-12.20% bahkan dapat mencapai 13,9% (Noor, 2014). Tepung biji nangka lebih banyak mengandung amilosa (Rengsutthi & Charoenrein, 2011).

Kadar air merupakan faktor utama sebagai salah satu parameter coklat karena berkaitan dengan bagaimana tekstur coklat (Fibrianto *et al.*, 2021) juga berkaitan dengan kualitas dan masa simpan produk. Produk coklat dari campuran coklat batangan dengan penambahan tepung biji nangka sangrai menunjukkan kadar air 1,06% (Molu *et al.*, 2021). Namun, pada cookies dengan penambahan 50% tepung nangka terfermentasi menunjukkan kadar air 5% sedangkan pada cake mencapai 17% (Pooja Anudhar G. *et al.*, 2024). Coklat merupakan produk pangan hkdadar air harus memiliki kadar air kurang dari 2% (Wolf, 2017) walaupun memiliki kadar gula dan lemak tinggi. Selama proses pengolahan pengeringan, pencampuran yang diikuti dengan pengadukan hingga pemanasan dapat memberikan efek pada penurunan kadar air coklat. Kandungan air merupakan parameter yang memiliki korelasi langsung dengan titik leleh, kekerasan, daya alir, dan tampilan cokelat. Kadar air yang tinggi pada cokelat dapat menyebabkan penggumpalan yang mempengaruhi mikroskopi cokelat dan mengubah produk akhir cokelat (Saputro *et al.*, 2019)

Kadar air dalam coklat batangan dengan substitusi tepung biji Nangka dari penelitian ini dapat

berkorelasi dengan transisi struktur pati menjadi oligosakarida karena fermentasi. Oligosakarida mempengaruhi higroskopisitas dan kapasitas pengikatan air dari bahan-bahan tersebut, aktivitas air akhir, dan faktor pasca-produksi seperti kondisi penyimpanan dan bahan kemasan (Farzanmehr & Abbasi, 2019).

Kadar air yang terkandung dalam produk pangan dapat bergantung pada komposisi bahan penyusunnya (Habibah *et al.*, 2021). Kadar air coklat yang dibuat dengan bubuk biji nangka dapat mengalami peningkatan selama penyimpanan hingga hari ke 60 (Neelamanidurga D. *et al.*, 2023). Faktor lain yang juga dapat berpengaruh adalah ukuran molekul pati (Teo *et al.*, 2024). Cokelat merupakan produk yang sangat stabil dan memiliki kadar air yang rendah (Beckett, S.T. *et al.*, 2017). coklat hitam dapat menyerap kelembaban ketika lingkungan memiliki 85% RH (Chire Fajardo *et al.*, 2017). Korelasi menunjukkan kinetika penyerapan air oleh coklat (Yadav *et al.*, 2011). Kadar air merupakan parameter yang berhubungan langsung dengan titik leleh, kekerasan, daya alir dan penampakan coklat (Kusumawardani *et al.*, 2022). Coklat yang baik harus memiliki kadar air lebih rendah dari 2% (Beckett, S.T. *et al.*, 2017).

### Kadar Abu

Kadar abu mengacu pada persentase komponen anorganik yang tersisa dari hasil pembakaran suatu bahan pangan. Pada penelitian ini, hasil analisis kadar abu coklat antar perlakuan tidak berbeda nyata, berada pada rentang nilai 1,87 - 4,48%. Nilai kadar abu penting diketahui untuk melihat pengaruh penambahan tepung biji nangka terhadap kandungan mineral produk coklat. Hasil analisis kadar abu tersebut dapat mengindikasikan kandungan mineral dalam coklat yang dapat menjadi informasi penting terkait nilai gizi coklat. Magnesium salah satu yang banyak ditemukan dalam coklat dan tembaga pada coklat yang dihasilkan dari proses pengolahan seperti coklat hitam (Singh *et al.*, 2024).

Nilai hasil penelitian ini tidak jauh berbeda dengan hasil penelitian (Ravindran *et al.*, 2020) yang mendapatkan nilai kadar abu berkisar antara 2,6 dan 4,4% pada bubuk coklat yang dibuat dengan pencampuran tepung coklat dengan tepung biji nangka. Pada penelitian (K. Hiba & Lekshmi, 2023) nilai kadar abu cookies coklat dengan campuran tepung biji nangka kering meningkatkan seiring dengan semakin tingginya konsentrasi tepung biji nangka yang ditambahkan. Kadar abu cookies dari tepung biji nangka terfermentasi berkisar 1,58-3,20 % lebih tinggi dibandingkan dengan cookies dari campuran tepung biji nangka kering berkisar 0,97-1,55%. Kadar abu tepung biji nangka dapat berkisar antara 1.27-3,97% (Tao *et al.*, 2019). Namun dapat ditemukan berbeda bergantung dari karakteristik bahan-bahan yang digunakan selama proses produksi dan teknik pengolahan. Dalam penelitian ini, kenaikan nilai persentase kadar abu dapat dimungkinkan

karena tingginya kadar abu dalam tepung biji nangka. Menurut Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) Indonesia kadar abu dibawah 3,50% masih baik untuk dikonsumsi karena mineral yang terkandung di dalamnya baik untuk kesehatan. Rata-rata kadar abu berbagai kelompok pangan berkisar antara 0,1% sampai 2,5% berdasarkan berat basa (Bilge *et al.*, 2016).

### Kadar Lemak

Hasil analisa kadar lemak secara keseluruhan diperoleh nilai berkisar 20,2-58%. Berdasarkan dimana semakin tinggi persentase tepung biji nangka semakin rendah persentase kadar lemak. Hasil penelitian ini tidak jauh berbeda dengan kandungan lemak coklat bubuk dengan penambahan tepung biji nangka 56,55 g 100 g-1 (Molu *et al.*, 2021). Tidak jauh berbeda dengan hasil analisa lemak pada coklat dengan penambahan tepung biji nangka dengan perlakuan jenis gula yang berbeda menunjukkan nilai kadar lemak antara 55.0 dan 58.9% (Ravindran *et al.*, 2020). Cokelat terkenal tinggi lemak (30 – 55% berat) (Do *et al.*, 2011) sedangkan persentase lemak pada biji cacao bisa mencapai tidak lebih dari 45%–55% (Chumthong *et al.*, 2024) sedangkan untuk bubuk kakao standar berkisar antara 11 dan 22 g/100 g dan untuk bubuk kakao yang sangat bebas lemak berkisar kurang dari 1 g/100 g. Lemak dalam biji kakao adalah lemak netral berkisar sekitar 50 – 60 didominasi molekul triasilgliserol (trigliserida) dimana asam oleat, palmitat, dan stearat merupakan komponen asam lemak utama mencapai lebih dari 90% (Singh *et al.*, 2024) serta beberapa asam lemak tak jenuh ganda, sebagian besar asam arakidonat dan linoleat (5 – 10%) (Rucker, 2008). Kadar lemak pada produk coklat dapat dipengaruhi oleh komposisi bahan yang digunakan dalam pembuatan produk coklat dan kualitas biji coklat (Daymond & Hadley, 2008). Kadar lemak dalam coklat mempengaruhi viskositas coklat (Do *et al.*, 2011), tekstur dan karakteristik unik lainnya dari coklat (Chumthong *et al.*, 2024).

### Kadar Protein

Hasil analisa kadar protein pada coklat dari penelitian ini berkisar 6,3-8,6% antar perlakuan menunjukkan perbedaan signifikan ( $p>5\%$ ). Secara keseluruhan nilai tiap perlakuan lebih besar jika dibandingkan dengan kadar protein dari kontrol (5,2%). Penambahan bubuk biji nangka memberikan perubahan terhadap persentase kadar protein bubuk coklat yang dihasilkan (8,6-10,3 %) jika dibandingkan dengan kontrol (7,4%) (Ravindran *et al.*, 2020). Hasil penelitian tersebut lebih besar jika dibandingkan dengan hasil analisa coklat dengan penambahan tepung biji nangka 6,6 % (Molu *et al.*, 2021). Kadar protein pada beberapa produk coklat hitam dari beberapa merek dilaporkan berkisar antara 4,27-11,32% (Velciov *et al.*, 2021). Kadar protein pada tepung biji nangka dapat berkisar antara 12,25% hingga 16,80% dengan nilai tertinggi didapatkan dari tepung biji nangka dari hasil pemanggang (Ejiofor

*et al.*, 2014). Tepung biji nangka dapat mengandung protein 10-15% dari berat kering biji coklat dimana didominasi oleh protein albumin (52%) dan globulin 43% serta gluten dan prolamin dalam konsentrasi yang rendah (Singh *et al.*, 2024). Protein yang terdapat dalam coklat berpengaruh pada sifat sensoris produk berbahan kakao seperti tekstur (Borges *et al.*, 2024), warna (Figueroa-Lopez *et al.*, 2024), rasa dan aroma (Quelal *et al.*, 2023). Reaksi maillard terjadi selama proses pengolahan coklat melibatkan reaksi antara gula dan asam amino.

### Kadar Gula Reduksi

Hasil analisa kadar gula reduksi berkisar 23,34 -35,4% antar perlakuan yang cenderung lebih kecil jika dibandingkan dengan kontrol (20,34%). Nilai hasil penelitian ini lebih tinggi jika dibandingkan dengan hasil penelitian pada minuman coklat dengan campuran tepung sorgum 22.86-38.16 % sedangkan pada kontrol 27,8% (Hanifah *et al.*, 2024). Pada *soft candy* coklat ditemukan kadar gula reduksi yang berbeda berdasarkan tipe bahan pembentuk gel dimana nilai terendah diperoleh dari penambahan gelatin (4,49%) kemudian konjak (7,20%) dan tertinggi karagenan (10,22%) (Rahman & Putri, 2023). Dalam proses pengolahan pangan gula berperan besar dalam perubahan karakteristik fisik dan kimia produk pangan. Gula menjadi bagian dari produk coklat sekitar ~50% massa total coklat (Ma *et al.*, 2024). Kadar gula pereduksi memberikan indikasi kalori yang terkandung dalam coklat. Nilai kalori yang tinggi dalam produk pangan dapat berpotensi memberikan efek negatif bagi kesehatan. Penambahan tepung biji nangka dapat menjadi solusi bagi permasalahan ini. Tepung biji nangka dapat menjadi bahan tambahan untuk mengurangi kadar gula dalam produk coklat seperti beberapa riset lain yang melaporkan coklat dengan kalori rendah dapat dibuat dengan pencampuran dengan bahan-bahan lain seperti dengan tepung oat dan beras (Ma *et al.*, 2024), *Intense sweeteners and Wheat Fiber Isolate* (Ali *et al.*, 2021), dan *coffee husk flour* (Borges *et al.*, 2024), bahkan menambahkan pisang (Marchioretto *et al.*, 2024).

### Uji Sensoris

Uji sensoris pada penelitian ini dilakukan untuk mengukur, menganalisis dan juga menafsirkan bagaimana persepsi konsumen terhadap karakteristik produk meliputi warna, rasa, aroma, dan tekstur. Dalam penelitian ini, setiap skor hasil penilaian panelis pada tiap atribut dianalisis secara statistik dan hasilnya disajikan pada Tabel 3

Berdasarkan Tabel 3, skor rata-rata untuk warna produk coklat tidak berbeda jauh antara tiap perlakuan berada pada kisaran 5-6,8. Nilai rata-rata untuk rasa coklat berkisar antara 4,2-6,8 dengan nilai tertinggi pada CTB15%. Nilai rata-rata untuk tekstur coklat bervariasi dari 4,2 hingga 6,76 dengan nilai tertinggi pada CTB25%. Nilai rata-rata untuk aroma coklat juga bervariasi 5-6,8 dengan nilai tertinggi

didapatkan pada CTB25%. Secara umum, panelis memberikan tanggapan lebih menyukai coklat batangan yang disubstitusi dengan penambahan tepung biji nangka baik dari segi rasa, aroma, dan tekstur. Berdasarkan kuisioner, panelis menuliskan tanggapannya terhadap gambaran rasa coklat yang tidak terlalu manis walaupun terasa sedikit bertepung namun lebih enak dibanding coklat tanpa penambahan tepung biji nangka. Rasa coklat dipengaruhi oleh banyaknya gula yang digunakan. Molu *et al.*, (2021) melaporkan memperoleh hasil uji organoleptik dari coklat batangan dengan nilai warna 8.83, aroma berkisar 6.56-8.60, rasa berkisar 5.86 - 7.50, dan untuk penampakan coklat berkisar 8.06-9.00 dari skala 10 yang digunakan. Penerimaan konsumen terhadap suatu produk pangan dapat dipengaruhi banyak faktor diantaranya karakteristik bahan pangan, karakteristik konsumen, dan gizi serta sensasi konsumen saat mengonsumsi produk pangan tersebut (Costell *et al.*, 2010 ;Maina, 2018).

Dalam hal aroma, panelis memberikan tanggapan bahwa coklat yang dihasilkan mempunyai aroma yang unik. Hal ini dapat dikarenakan kombinasi aroma coklat dan aroma tepung nangka sangrai membuat aroma coklat batangan (Ravindran *et al.*, 2020) yang melaporkan bahwa cokelat yang dicampur bubuk biji nangka memperoleh skor 7,5 (dari skala 10) untuk penerimaan keseluruhan. Sebagian besar senyawa yang diketahui sebagai senyawa yang memberikan dampak pada karakter bau dalam produk kakao juga ditemukan dalam tepung biji nangka, namun, biji nangka menghasilkan banyak pirazina tambahan, beberapa di antaranya bertanggung jawab atas aroma khas “biji nangka panggang”. Sampel yang difermentasi memiliki profil aroma yang paling mirip dengan bubuk kakao (Spada *et al.*, 2021).

Coklat adalah produk pangan dengan emulsi yang kompleks yang mampu mengaktifkan pusat rasa senang pada otak manusia. Kualitas coklat lebih utama dinilai dari kecepatan leleh ketika pada suhu ruang dan saat ditelan (Afoakwa, 2016). Distribusi ukuran partikel dan komposisi bahan memainkan peran penting dalam membentuk perilaku reologi dan persepsi sensoriknya. Sifat sensoris coklat, baik pada rasa, aroma, juga pada tekstur dapat dipengaruhi oleh waktu dan suhu penyimpanan (Hřivna *et al.*, 2021).

Coklat yang baik memiliki warna yang merata dan mengkilap (Pombal *et al.*, 2024). Perubahan warna pada coklat dapat terjadi karena pemisahan fase trigliserida sehingga terjadi rekristalisasi yang pada akhirnya dapat mempengaruhi perubahan warna (Andrae-Nightingale *et al.*, 2009). Dalam hal warna, beberapa faktor yang mempengaruhi warna coklat adalah bahan, metode produksi, proses tempering (Saputro *et al.*, 2019) dan lama penyimpanan (Popov-Raljić & Laličić-Petronijević, 2009). Fortifikasi tidak signifikan memberikan efek pada perubahan warnak produk (Cannas *et al.*, 2024).

Rasa menjadi salah satu penilaian penting untuk melihat tingkat penerimaan produk coklat oleh konsumen. Dalam bentuk alami, biji coklat memiliki rasa yang cukup tidak diminati karena cenderung pahit sedangkan sensasi rasa pada coklat butter yang unik dapat dikarenakan titik lelehnya yang rendah juga dipengaruhi oleh ukuran partikel coklat dan bahan-bahan lain yang digunakan dalam pengolahan coklat (Goya *et al.*, 2022). Beberapa komponen bioaktif seperti senyawa fenol, katekin, kafein, epikatekin, dan flavonoid bertanggung jawab pada terciptanya rasa pahit, sepat, asam, dan rasa kakao pada kakao (Calvo *et al.*, 2025); das Virgens *et al.*, (2021)

Tekstur mengarahkan pada karakteristik tingkat kekerasan produk pangan. Kekerasan coklat dipengaruhi oleh kadar lemak, kadar air, ukuran partikel dan proses tempering (Afoakwa, 2016). Penambahan hidrogel ke dalam coklat akan membentuk struktur rantai yang mengikat partikel sehingga menghasilkan kekerasan dan viskositas yang lebih tinggi (Stortz & Marangoni, 2011). Penambahan tepung biji nangka dapat mempengaruhi perubahan tekstur produk coklat menjadi lebih kuat dan elastis karena tepung biji nangka memiliki kemampuan membentuk gel yang kuat dengan daya rekat yang lebih rendah (Wong *et al.*, 2021). Tekstur cokelatnya halus, keras, dan berbintik (Asti & Ekantari, 2020). Tekstur coklat dapat berbeda karena interaksi antar unit dari struktur lipid polimorfik (Goya *et al.*, 2022). Fluktuasi suhu selama penyimpanan memiliki pengaruh yang lebih besar pada persepsi tekstur daripada penyimpanan pada suhu tinggi atau RH tinggi (Goh *et al.*, 2020) atau karena pengaruh Partikel yang lebih besar

Tabel 3. Rata-Rata Hasil Uji Hedonik Produk Coklat Batangan dengan Substitusi Tepung Biji Nangka

| Sampel | Rasa                  | Aroma                 | Warna                  | Tekstur                | Keseluruhan            |
|--------|-----------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| CTB0%  | 4,2±0,01 <sup>a</sup> | 5±0,07 <sup>a</sup>   | 5,64±0,5 <sup>a</sup>  | 4,2±0,35 <sup>a</sup>  | 4,2±0,05 <sup>a</sup>  |
| CTB5%  | 5,2±0,21 <sup>b</sup> | 5,2±0,2 <sup>a</sup>  | 5,92±0,32 <sup>b</sup> | 5,56±0,45 <sup>b</sup> | 4,3±0,065 <sup>a</sup> |
| CTB15% | 6,8±0,02 <sup>c</sup> | 6,2±0,03 <sup>b</sup> | 6,44±0,35 <sup>c</sup> | 5,64±0,05 <sup>b</sup> | 6,8±0,058 <sup>b</sup> |
| CTB25% | 5±0,03 <sup>d</sup>   | 6,8±0,05 <sup>c</sup> | 6,2±0,26 <sup>d</sup>  | 6,76±0,07 <sup>c</sup> | 5,2±0,061 <sup>c</sup> |

Sumber : Data Pribadi (2025)

memainkan peran penting dalam menentukan tekstur coklat (*granularitas*) (Zarić *et al.*, 2024).

### KESIMPULAN

Penambahan tepung biji nangka memberikan pengaruh pada karakteristik coklat batangan yang dihasilkan dalam penelitian ini. Kadar air coklat batangan dari hasil penambahan tepung biji nangka memiliki kadar air berkisar 1,06-2,02% ( $P < 0,05$ ), kadar abu 1,86-4,48 % ( $P < 0,05$ ), kadar lemak berkisar 33,87%-58%, kadar protein berkisar 6,2-8,8% dan gula pereduksi 20,34-35,4%. Semakin tinggi persentase tepung biji nangka, nilai kadar air dan kadar abu menunjukkan tidak adanya perbedaan signifikan antar perlakuan, sedangkan kadar lemak dan kadar karbohidrat berbeda signifikan antar perlakuan. Hasil uji sensoris untuk rasa coklat berkisar antara 4,2-6,8, tekstur 4,2 hingga 6,76, warna coklat juga bervariasi 5,64-6,44. Secara keseluruhan, berdasarkan hasil uji didapatkan bahwa panelis menyukai rasa dan keseluruhan CBT2. Namun untuk aroma, warna, dan tekstur panelis lebih menyukai CBT3. Secara umum, panelis memberikan tanggapan lebih menyukai coklat batangan yang disubstitusi dengan penambahan tepung biji nangka baik dari segi rasa, aroma, dan tekstur.

### DAFTAR PUSTAKA

- Afoakwa. 2016. *"Chocolate Science and Technology"*. New Jersey: John Wiley & Sons, Ltd.
- Ali, A.M.E., Shekib, L.A., Elshimy, N.M., and Sharara, M.S. (2021). *"Producing and Quality Attributes of Low Calories Dark Chocolate Using Different Intense sweeteners and Wheat Fiber Isolate"*. American Journal of Food Science and Technology 9(1). <https://doi.org/10.12691/ajfst-9-1-1>
- Andrae-Nightingale, L.M., Lee, S.-Y., and Engeseth, N.J. 2009. *"Textural Changes in Chocolate Characterized by Instrumental and Sensory Techniques"*. Journal of Texture Studies. 40(4): 427–444. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4603.2009.00190.x>
- Asti, G.K., and Ekantari, N. 2020. *"Consumer PReferences for Dark Chocolate Products Fortified with Spirulina Platensis Using Analytical Hierarchy Process Method"*. E3S Web of Conferences. 147(03021). <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202014703021>
- Azeez, S.O., Leseikan, O, Jinap, S., and Sulaiman, R. 2015. *"Physico-chemical properties, amino acid profile and antinutritional factors in seeds of three Malaysian grown jackfruit cultivars"*. Journal of Food, Agriculture & Environment. 13(2): 56–62.
- Beckett, S.T., Fowler, M.S., and Ziegler, G.R. 2017. *"Industrial Chocolate Manufacture and Use"*. New Jersey: John Wiley & Sons Ltd.
- Bilge, G., Sezer, B., Eseller, K.E., Berberoglu, H., Koksel, H., and Boyaci, I.H. 2016. *"Ash analysis of flour sample by using laser-induced breakdown spectroscopy"*. Spectrochimica Acta Part B: Atomic Spectroscopy. 124: 74–78. <https://doi.org/10.1016/j.sab.2016.08.023>
- Borges, M.V., Leite, C.X. dos S., Santos, I.A., Leão, D. J., Ferrão, S.P.B., Santos, L.S., Lima, A.B.S. de, Wobeto, C., Lannes, S.C.da S., and Silva, M.V.da. 2024. *"Technological and nutritional aspects of dark chocolate with added coffee husk flour"*. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 59(e03484). <https://doi.org/10.1590/S1678-3921.pab2024.v59.03484>
- Calvo, A.M., Montenegro, A.C., Monroy, D.M., Rodriguez-Silva, L.G., Carreño-Olejua, A.R., and Camargo, I. D. 2025. *"The Impact of Controlled Fermentation Temperature on Chemical Composition and Sensory Properties of Cacao"*. Foods. 14(9). <https://doi.org/10.3390/foods14091441>
- Cannas, M., Conte, P., Urgeghe, P.P., Piga, A., Alañón, M.E., and Del Caro, A. 2024. *"Artichoke by-products: Promising ingredients for breadstick fortification"*. LWT, 202 (116307). <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2024.116307>
- Chire Fajardo, G.C., Valdivia Arrunategui, R.A., Orihuela Rivera, C.A., and Ureña Peralta, M.O. 2017. *"Assessment of physical and physicochemical quality of main chocolates traded in Peru"*. Acta Agronómica. 66(2). <https://doi.org/10.15446/acag.v66n2.53779>
- Chumthong, A., Limjurnern, N., Saensano, C., Teerawattanapong, P., Nualla-ong, A., Rugkong, A., and Chiarawipa, R. 2024. *"Effect of Harvest Season on the Physical Properties, Fatty Acid Composition, and Volatile Compounds of Roasted Cacao Beans"*. Makara Journal of Science. 28(1). <https://doi.org/10.7454/mss.v28i1.2187>
- Costell, E., Tárrega, A., and Bayarri, S. 2010. *"Food Acceptance: The Role of Consumer Perception and Attitudes"*. Chemosensory Perception. 3(1): 42–50. <https://doi.org/10.1007/s12078-009-9057-1>
- das Virgens, I.A., Pires, T.C., de Santana, L.R.R., Soares, S.E., Maciel, L.F., Ferreira, A.C.R., Biasoto, A.C.T., and Bispo, E.da.S. 2021. *"Relationship between bioactive compounds and sensory properties of dark chocolate produced from Brazilian hybrid cocoa"*. International Journal of Food Science and Technology. 56(4): 1905–1917. <https://doi.org/10.1111/ijfs.14820>
- Daymond, A.J., and Hadley, P. 2008. *"Differential effects of temperature on fruit development and bean quality of contrasting genotypes of cacao (Theobroma cacao)"*. Annals of Applied Biology. 153(2):175–185. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.2008.00246.x>
- Do, T.-A. L., Vieira, J., Hargreaves, J. M., Mitchell, J.R., and Wolf, B. 2011. *"Structural characteristics of cocoa particles and their effect on the viscosity of reduced fat chocolate"*.

- LWT - Food Science and Technology. 44(4): 1207–1211.  
<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2010.10.006>
- Ejiofor, E.-J, Beleya, A, E., and Onyenorah, I.N. 2014. "The Effect of Processing Methods on the Functional and Compositional Properties of Jackfruit Seed Flour". International Journal of Nutrition and Food Sciences. 3(3).  
<https://doi.org/10.11648/j.ijnfs.20140303.15>
- Farzanmehr, H., and Abbasi, S. 2009. *Effects of inulin and bulking agents on some physicochemical, textural and sensory properties of milk chocolate*. Journal of Texture Studies. 40(5): 536–553. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4603.2009.00196.x>
- Fibrianto, K., Azhar, L.O.M.F., Widyotomo, S., and Harijono, H. 2021. "Effect of cocoa bean origin and conching time on the physicochemical and microstructural properties of Indonesian dark chocolate". Brazilian Journal of Food Technology. 24(e2019249).  
<https://doi.org/10.1590/1981-6723.24919>
- Figuerola-Lopez, K.J., Villabona-Ortiz, A., and Ortega-Toro, R. 2024. "Sustainable Starch-Based Films from Cereals and Tubers: A Comparative Study on Cherry Tomato Preservation". Polymers, 16(20). <https://doi.org/10.3390/polym16202913>
- Goh, K.M., Wong, Y.H., Abas, F., Lai, O.M., Mat Yusoff, M., Tan, T.B., Wang, Y., Nehdi, I.A., and Tan, C.P. 2020. "Changes in 3-, 2-Monochloropropandiol and Glycidyl Esters during a Conventional Baking System with Addition of Antioxidants". Foods. 9(6).  
<https://doi.org/10.3390/foods9060739>
- Goya, L., Kongor, J.E., and de Pascual-Teresa, S. 2022. "From Cocoa to Chocolate: Effect of Processing on Flavanols and Methylxanthines and Their Mechanisms of Action". International Journal of Molecular Sciences. 23(22).  
<https://doi.org/10.3390/ijms232214365>
- Habibah, N.U., Albaar, N., and Rasulu, H. 2021. "The Effect of Substitution of Seed Flour of Jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) on the Physicochemical and Organoleptic Characteristics of Macrons". International Journal on Food, Agriculture and Natural Resources. 2(1). <https://doi.org/10.46676/ij-fanres.v2i1.25>
- Hřivna, L., Machálová, L., Burešová, I., Nedomová, Š., and Gregor, T. 2021. "Texture, color, and sensory changes occurring in chocolate bars with filling during storage". Food Science & Nutrition. 9(9): 4863–4873.  
<https://doi.org/10.1002/fsn3.2434>
- Jati, M. 2011. "Effects of Fructose and Tapioca Flour on physical and Sensory Properties of Chocolate Bar". Pelita Perkebunan (a Coffee and Cocoa Research Journal). 27(3).  
<https://doi.org/10.22302/iccri.jur.pelitaperkebunan.v27i3.158>
- Hiba, K. and Lekshmi, P.R.G. 2023. "Utilization of Aromatic Jackfruit Seed Flour for The Development of Functional Cookies". Asian Journal of Microbiology, Biotechnology & Environmental Sciences. 25(03): 408–413.  
<https://doi.org/10.53550/AJMBES.2023.v25i03.003>
- Kusumawardani, I.N.S., Saputro, A.D., Kusuma, M.C., Fadilah, M.A.N., Setiowati, A.D., and Rahayoe, S. 2022. "Melting and Textural Characteristics of Dark Chocolate Formulated with Carrageenan-based Hydrogel Sweetened with Sucrose". Proceedings of the International Conference on Sustainable Environment, Agriculture and Tourism (ICOSEAT 2022).  
[https://doi.org/10.2991/978-94-6463-086-2\\_55](https://doi.org/10.2991/978-94-6463-086-2_55)
- Lanfranchi, M., Zirilli, A., Alfano, S., Spiridione, F.S., Alibrandi, A., and Giannetto, C. 2019. "The Carob as a Substitute for Cocoa in the Production of Chocolate: Sensory Analysis with Bivariate Association". Food Safety Management. 20(168).
- Ma, K.K., Ziegler, G.R., & Hayes, J.E. 2024. "Sugar reduction in chocolate compound by replacement with flours containing small insoluble starch granules. Journal of Food Science. 89(3): 1701–1710.  
<https://doi.org/10.1111/1750-3841.16923>
- Maina, J.W. 2018. "Analysis of the factors that determine food acceptability". The Pharma Innovation Journal. 7(5): 253–257.
- Marchioretto, C., Luccas, V., Gorup, L.F., Borges Gomes, R.A., Simionatto, E., de Oliveira, K.M. P., de Araújo, R.P., Altemio, A.D.C., Porzani, G.B., Martelli, S.M., and de Arruda, E.J. 2024. "Nutritional value and acceptability of chocolate with high cocoa content and green banana biomass". LWT. 191(115667).  
<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2023.115667>
- Molu, K.R., Sharon, C.L., Panjikkaran, S.T., Aneena, E.R., Lakshmy, P.S., Nivya, E.M., and Rajeesh, C.R. 2021. "Standardisation of Jackfruit Seed Incorporated Chocolates and its Quality Evaluation". Asian Journal of Dairy and Food Research. 40(4): 471–475.  
<https://doi.org/10.18805/ajdfr.DR-1662>
- Neelamanidurga, D., Swami, D.V, Ashok, P, and Salomisuneetha, D.R. 2023. "Fortification of Chocolate with Jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) Seed Powder: Qualitative and Storage Studies". Biological Forum – An International Journal. 15(2): 107–111.
- Nehlig, A. 2013. "The neuroprotective effects of cocoa flavanol and its influence on cognitive performance". British Journal of Clinical Pharmacology. 75(3): 716–727.  
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2125.2012.04378.x>
- Noor, F. 2014. "Physicochemical Properties of Flour and Extraction of Starch from Jackfruit Seed". International Journal of Nutrition and Food

- Sciences. 3(4), 347.  
<https://doi.org/10.11648/j.ijnfs.20140304.27>
- Parlatır, B., Üstün, N.Ş., and Turhan, S. 2024. "Use of locust bean flour as a substitute for cocoa in the production of chocolate spread: Quality attributes and storage stability". *Grasas y Aceites*. 75(2).  
<https://doi.org/10.3989/gya.0647231>
- Pombal, M., Marcet, I., Rendueles, M., and Diaz, M. 2024. "Emulsifiers: Their Influence on the Rheological and Texture Properties in an Industrial Chocolate". *Molecules*. 29(21).  
<https://doi.org/10.3390/molecules29215185>
- Pooja Anudhar G., Irine Mariya Paul, I.M., and Veena, B.M. 2024. "Utilization of jackfruit seed flour in value addition of bakery products to enhance nutritional composition". *International Journal of Home Science*. 10(2): 41–44.
- Popov-Raljić, J.V., and Laličić-Petronijević, J.G. 2009. "Sensory Properties and Color Measurements of Dietary Chocolates with Different Compositions During Storage for Up to 360 Days". *Sensors*. 9(3).  
<https://doi.org/10.3390/s90301996>
- Quelal, O.M., Hurtado, D.P., Benavides, A.A., Alanes, P.V., and Alanes, N.V. 2023. "Key Aromatic Volatile Compounds from Roasted Cocoa Beans, Cocoa Liquor, and Chocolate. Fermentation". 9(2).  
<https://doi.org/10.3390/fermentation9020166>
- Rahman, T., and Putri, S.K.D.F.A. 2023. "Sensory and physicochemical attributes of chocolate soft candy with different gelling agents". *Pelita Perkebunan*. 39(3): 230–243.  
<https://doi.org/10.22302/iccri.jur.pelitaperkebunan.v39i3.562>
- Rajarajeshwari, H.S., and Prakash, J. 1999. "Jack Fruit Seeds: Composition, Functionality and Use in Product Formulation". *The Indian Journal of Nutrition and Dietetics*. 36(6): 312–319.
- Ravindran, A., Raman, M., Babu, N., Dinakaran, A., Sankar, T.V., and Gopal, T.K.S. 2020. "Diet Chocolates and Replacement of Cocoa Powder with Jackfruit Seed Powder". *Food and Nutrition Sciences*. 11(03): 220–233.  
<https://doi.org/10.4236/fns.2020.113017>
- Rengsutthi, K., and Charoenrein, S. 2011. "Physicochemical properties of jackfruit seed starch (*Artocarpus heterophyllus*) and its application as a thickener and stabilizer in chilli sauce". *LWT - Food Science and Technology*. 44(5): 1309–1313.  
<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2010.12.019>
- Rucker, R. 2008. "Industrial chocolate manufacture and use. In Appendix 10: Nutritional Properties of Cocoa". John Wiley & Sons, Inc.
- Saputro, A.D., Van de Walle, D., Caiquo, B.A., Hinneh, M., Kluczykoff, M., and Dewettinck, K. 2019. "Rheological behaviour and microstructural properties of dark chocolate produced by combination of a ball mill and a liquefier device as small scale chocolate production system". *LWT*. 100: 10–19.  
<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.10.039>
- Sarıtaş, S., Duman, H., Pekdemir, B., Rocha, J.M., Oz, F., and Karav, S. 2024. "Functional chocolate: Exploring advances in production and health benefits". *International Journal of Food Science and Technology*. 59(8): 5303–5325.  
<https://doi.org/10.1111/ijfs.17312>
- Singh, P.K., Khedkar, R.D., and Chandra, S. 2024. "Chocolate: An overview of functional potential and recent trends in fortification". *Brazilian Journal of Food Technology*. 27 (e2023118).  
<https://doi.org/10.1590/1981-6723.11823>
- Spada, F.P., Balagiannis, D.P., Purgatto, E., do Alencar, S.M., Canniatti-Brazaca, S.G., and Parker, J.K. 2021. "Characterisation of the chocolate aroma in roast jackfruit seeds". *Food Chemistry*. 354(129537).  
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129537>
- Stortz, T.A., and Marangoni, A.G. 2011. "Heat resistant chocolate". *Trends in Food Science and Technology*. 22(5): 201–214.  
<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2011.02.001>
- Tao, K., Li, C., Yu, W., Gilbert, R.G., and Li, E. 2019. "How amylose molecular fine structure of rice starch affects functional properties". *Carbohydrate Polymers*. 204: 24–31.  
<https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2018.09.078>
- Teo, D.C.K., Abidin, M. Z., Malik, N.H., and Abdullah, N. 2024. "Functional properties of raw and roasted jackfruit seed flour: A mini review". *Food Research*. 8(Supplementary 5): 111–122.  
[https://doi.org/10.26656/fr.2017.8\(S5\).22](https://doi.org/10.26656/fr.2017.8(S5).22)
- Velciov, A.-B., Riviş, A., Lalescu, D., Popescu, S., Cozma, A., Kiss, A., Gherman, M., Anghel, I.M., Simescu, R.E., and Rada, M. 2021. "Determination of some nutritional parameters of dark chocolate". *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies*. 27(3): 272–276.
- Wolf, B. 2017. "Chocolate flow properties. In Beckett's Industrial Chocolate Manufacture and Use". John Wiley & Sons, Ltd.  
<https://doi.org/10.1002/9781118923597.ch11>
- Wong, K.T., Poh, G.Y.Y., Goh, K.K.T., Wee, M.S., and Henry, C.J. 2021. "Comparison of physicochemical properties of jackfruit seed starch with potato and rice starches". *International Journal of Food Properties*. 24(1): 364–379.  
<https://doi.org/10.1080/10942912.2021.1885439>
- Yadav, P., Pandey, J.P., and Garg, S.K. 2011. "Biochemical changes during storage of chocolate". *International Research Journal of Biochemistry and Bioinformatics*. 1(10): 242–247.
- Zarić, D.B., Rakin, M.B., Bulatović, M.L., Dimitrijević, I.D., Ostojin, V.D., Lončarević, I.S., and Stožinić, M.V. 2024. "Rheological, Thermal, and

*Textural Characteristics of White, Milk, Dark,  
and Ruby Chocolate". Processes. 12(12).  
<https://doi.org/10.3390/pr12122810>*