

**PENGARUH PERBEDAAN PERSENTASE TEPUNG BIJI DURIAN  
(*Durio zibethinus L*) TERHADAP SIFAT FISIK *EDIBLE STRAW***

***THE EFFECT OF DIFFERENT PERCENTAGES OF DURIAN SEED FLOUR  
(Durio zibethinus L) ON THE PHYSICAL PROPERTIES OF EDIBLE STRAW***

**Salma Siti Fatimah, Khairiah\*, Ana Nadiya Afinatul Fishi, Sakina Yeti Kiptiyah**  
Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Sains dan Teknologi,  
Universitas Muhammadiyah Bandung  
email: [khairiah@umbandung.ac.id](mailto:khairiah@umbandung.ac.id)

**ARTICLE HISTORY** : Received [23 February 2026] Revised [20 June 2026] Accepted [ 21 June 2026]

**ABSTRAK**

**Tujuan:** Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan persentase tepung biji durian (*Durio zibethinus L*) terhadap sifat fisik *edible straw*. **Metodologi:** Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan melakukan pembuatan tepung biji durian dan pembuatan *edible straw*, kemudian dilakukan beberapa pengujian fisik untuk mengetahui karakteristik produk *edible straw* yang dihasilkan. Rancangan yang digunakan pada penelitian ini yaitu Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan menggunakan 3 taraf persentase tepung biji durian (50%, 60%, 70%). Analisis data dilakukan dengan SPSS menggunakan ANOVA (*Analysis Of Variance*) pada taraf signifikansi  $<0,05$ , jika terdapat pengaruh nyata maka dilanjutkan dengan uji Duncan. **Hasil:** Penelitian menunjukkan bahwa peningkatan persentase tepung biji durian menurunkan nilai *swelling ratio* secara signifikan, yang menunjukkan peningkatan ketahanan terhadap penyerapan air. Nilai *swelling ratio* terendah diperoleh pada perlakuan 60% dan 70%. Pada pengujian ketahanan suhu, seluruh perlakuan stabil pada suhu 5°C dan 25°C, sedangkan pada suhu 45°C perlakuan 60% dan 70% menunjukkan stabilitas yang lebih baik dibandingkan 50%. Parameter warna, kelarutan, ketebalan, dan tekstur tidak menunjukkan perbedaan nyata antar perlakuan. **Temuan:** Perbedaan persentase tepung biji durian berpengaruh nyata terhadap beberapa karakteristik fisik *edible straw*. **Kebaruan:** Penelitian ini memanfaatkan biji durian menjadi tepung sebagai bahan utama pada pembuatan *edible straw*. **Originalitas:** Penelitian ini memanfaatkan limbah biji durian sebagai alternatif pengganti sedotan plastik. **Kesimpulan:** Penambahan persentase tepung biji durian berpengaruh terhadap hasil uji *swelling* dan ketahanan pada suhu 45°C. **Jenis Paper:** artikel penelitian

**Kata Kunci:** Tepung biji durian, *edible straw*, sifat fisik

**ABSTRACT**

**Purpose:** This study aims to determine the effect of adding durian seed flour (*Durio zibethinus L*) on the physical properties of edible straw. **Methodology:** This study used an experimental method by producing durian seed flour and edible straw, then conducting several physical tests to determine the characteristics of the edible straw product. The design used in this study was a completely randomized design (CRD) using three levels of durian seed flour percentage (50%, 60%, 70%). Data analysis was performed using SPSS with ANOVA (*Analysis of Variance*) at a significance level of  $<0.05$ . If there was a significant effect, it was followed by Duncan's test. **Results:** The study showed that an increase in the percentage of durian seed flour significantly reduced the swelling ratio, indicating an increase in resistance to water

absorption. The lowest swelling ratio values were obtained in the 60% and 70% treatments. In the temperature resistance test, all treatments were stable at 5°C and 25°C, while at 45°C, the 60% and 70% treatments showed better stability than the 50% treatment. The parameters of color, solubility, thickness, and texture showed no significant differences between treatments. **Findings:** Differences in durian seed flour percentage had a significant effect on several physical characteristics of edible straw. **Novelty:** This study utilized durian seeds as flour as the main ingredient in the production of edible straw. **Originality:** This study utilizes durian seed waste as an alternative to plastic straws. **Conclusion:** The addition of durian seed flour affects the swelling test results and resistance at 45°C. **Type of Paper:** research article.

**Keywords:** *Durian seed flour, edible straw, physical properties*

## PENDAHULUAN

Durian (*Durio zibethinus* L) merupakan salah satu buah tropis komersial, buah durian ini dihasilkan di beberapa negara di Asia Tenggara (Feng, 2016). Produksi buah durian pada tahun 2024 yaitu sebanyak 1.961.705 ton (BPS, 2024). Pada keseluruhan buah durian, sekitar sepertiga bagian yang dapat dimakan. Bagian yang umum dikonsumsi yaitu dagingnya sekitar 20-35%, hal ini yang berarti bagian kulit 60-75% dan biji 5-15% belum dimanfaatkan secara maksimal (Sistanto *et al.*, 2017). Biji durian akan menjadi limbah berupa sampah yang dapat mengganggu kualitas dan kesehatan pada lingkungan sekitar, terdapat 5-15% limbah biji durian dari satu buah durian, sedangkan pada tahun 2024 produksi buah durian mencapai 1.961.705 ton. Jika dari satu buah durian terdapat 5-15% limbah, maka limbah biji durian akan mencapai  $\pm 294$  ton per tahunnya. Maka dari itu dikarenakan ukuran biji durian yang cukup besar, sehingga membutuhkan waktu yang lama untuk terurai atau terdegradasi secara alami.

Maka dari itu harus adanya pemanfaatan pada biji durian ini. Pemanfaatan biji durian ini tetap harus adanya pemilihan, dikarenakan biji durian yang mentah tidak dapat dikonsumsi karena mengandung asam lemak yang beracun (Rohayu *et al.*, 2023). Pada umumnya masyarakat mengkonsumsi biji durian dengan cara dibakar, dikukus atau direbus. Tidak hanya itu, banyak pengolahan lainnya yang dapat memanfaatkan limbah biji durian ini yaitu menjadikan biji durian menjadi tepung biji durian.

Penelitian ini akan membuat *edible straw* dengan bahan baku utama yaitu tepung biji durian, pembuatan *edible straw* ini dilakukan karena penggunaan produk berbahan plastik di Indonesia berkembang pesat, limbah plastik dapat menimbulkan dampak yang buruk terhadap lingkungan. Plastik merupakan sumber sampah tertinggi ketiga di dunia setelah sampah makanan dan kertas, hal tersebut merupakan masalah lingkungan global yang dapat berdampak pada kesehatan manusia dan lingkungan karena sulit didaur ulang (Kaza *et al.*, 2018). Hal ini

terbukti dari produksi limbah nasional pada tahun 2017 sebesar 65.8 juta ton, 16% merupakan limbah plastik (KLH, 2018).

Di Indonesia limbah sedotan plastik adalah salah satu limbah terbanyak, pada bulan April 2018 pemakaian sedotan plastik di Indonesia per harinya mencapai 93.244.847 batang (DCA, 2018). Penggunaan bahan *edible* sebagai bahan baku pembuatan *edible straw* akan mampu mengurangi dampak pencemaran lingkungan. *Edible straw* bersifat *food grade* dan bebas dari bahan kimia yang dapat dikonsumsi bersama minuman sehingga tidak perlu dibuang, sehingga dapat mengurangi sampah plastik (Petchimuthu *et al.*, 2021). Tujuan pada penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh penambahan persentase tepung biji durian (*Durio zibethinus* L) terhadap sifat fisik *edible straw*.

## METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini bahan yang digunakan yaitu biji durian, CMC, gliserol, sodium alginat, akuades. Alat yang digunakan untuk penelitian ini yaitu *food dehydrator*, grinder, neraca analitik, cetakan *edible straw*, gelas ukur, desikator, jangka sorong, pinset. Terdapat beberapa tahapan penelitian yaitu pembuatan tepung biji durian, pembuatan *edible straw*, pengujian fisik (warna, *swelling ratio*, ketahanan suhu, kelarutan, dan tekstur), analisis data dengan SPSS menggunakan ANOVA (*Analysis Of Variance*) pada taraf signifikansi  $<0,05$ , jika terdapat pengaruh nyata maka dilanjutkan dengan uji Duncan. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Pangan Universitas Muhammadiyah Bandung dan Jasa Uji FTIP Universitas Padjadjaran. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November 2025 – Februari 2026.

### Pembuatan Tepung Biji Durian

Pembuatan tepung biji durian mengacu pada penelitian Sigiyo *et al* (2020) yang dimodifikasi. Pembuatan tepung biji durian diawali dengan mensortasi serta membersihkan biji durian. Kemudian kulit dikupas dan direndam dalam larutan kapur 5% selama 60 menit. Setelah itu dicuci bersih dengan air mengalir. Kemudian diiris tipis-tipis dan dikeringkan menggunakan *food dehydrator* dengan menggunakan suhu 70°C selama 13 jam. Setelah itu dihaluskan dengan menggunakan grinder, kemudian diayak dengan menggunakan mesh 60.

### Pembuatan *Edible Straw*

Pembuatan *edible straw* dimulai dengan Ditimbang tepung biji durian (50%, 60%, dan 70%), CMC 1,5%, sodium alginat 0,5% dan 100 mL akuades. Kemudian bahan tersebut diuleni sampai kalis, kemudian dipanaskan diatas kompor sampai panas ( $\pm 3$  menit), kemudian

ditambahkan gliserol sebanyak 10%, dan diuleni kembali. Kemudian adonan digulung atau dibentuk dengan menggunakan sedotan stainless. Setelah itu dikeringkan menggunakan *food dehydrator* dengan menggunakan suhu 50°C selama 12 jam, kemudian setelah sedotan terbentuk suhu *food dehydrator* ditingkatkan menjadi 60°C untuk menjadikan tekstur yang keras. Rancangan penelitian yang digunakan pada penelitian ini yaitu Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 3 perlakuan dengan 3 kali ulangan. Penelitian ini menggunakan 3 taraf tepung biji durian yaitu A (50% tepung biji durian), B (60% tepung biji durian), dan C (70% tepung biji durian).

### Pengujian Warna

Prosedur pengujian Uji warna mengacu pada Erna *et al* (2014) dilakukan dengan menggunakan alat *Chromameter*-CR 400 dengan parameter yang diamati yaitu L (*lightness*), nilai a\* serta nilai b\*.

### Pengujian Swelling Ratio

Prosedur pengujian *swelling ratio* mengacu pada Mong dan Salleh (2024) Sedotan direndam dalam berbagai jenis minuman, seperti minuman berkarbonasi, kopi dan teh selama 30 menit. Kemudian, sedotan dilap menggunakan tisu untuk menghilangkan kelebihan cairan yang tersisa dipermukaan sedotan. Selanjutnya, ketebalan sedotan diukur menggunakan jangka sorong. Rasio pembengkakan dihitung:

$$\text{Swelling Ratio} = \frac{\text{Final thickness} - \text{Initial thickness}}{\text{Initial thickness}} \times 100\%$$

### Pengujian Ketahanan Suhu

Prosedur pengujian ketahanan suhu mengacu pada Mong dan Salleh (2024) Panjang awal sedotan diukur menggunakan jangka sorong. Kemudian, disiapkan tiga gelas kimia yang sudah diisi air dengan suhu 5°C, 25°C, 45°C. Kemudian, diamkan selama 10 menit. Selanjutnya, panjang akhir sedotan diukur menggunakan jangka sorong. Kemudian, data dicatat dan ditabulasi:

$$TR = \frac{\text{Final length} - \text{Initial length}}{\text{Initial length}} \times 100\%$$

### Pengujian Kelarutan

Prosedur pengujian kelarutan mengacu pada Kalaka *et al* (2022) Uji kelarutan dilakukan untuk mengetahui persentase kelarutan bagian *edible straw* yang larut dalam air setelah direndam selama 24 jam. Uji kelarutan dimulai dengan mengeringkan cawan pada suhu 100°C, kemudian cawan yang sudah dikeringkan ditimbang, setelah itu memotong *edible straw* dengan ukuran 3x3 cm, diletakkan dalam cawan yang sudah dikeringkan. Kemudian sampel dikeringkan kedalam oven dengan menggunakan suhu 70°C selama 30 menit. Kemudian

ditimbang berat sampel kering sebagai berat kering awal ( $W_0$ ), lalu sampel direndam selama 24 jam dan disimpan didalam desikator, sampel yang tidak larut dalam air diangkat dan dikeringkan kembali dalam oven selama 2 jam dengan menggunakan suhu  $100^{\circ}\text{C}$ , kemudian disimpan di dalam desikator selama 10 menit. Setelah itu ditimbang kembali berat sampel kering setelah perendaman ( $W_1$ ). Persentase kelarutan sampel dalam air dihitung dengan menggunakan rumus :

$$S = \frac{W_0 - W_1}{W_0} \times 100\%$$

### Pengujian Ketebalan

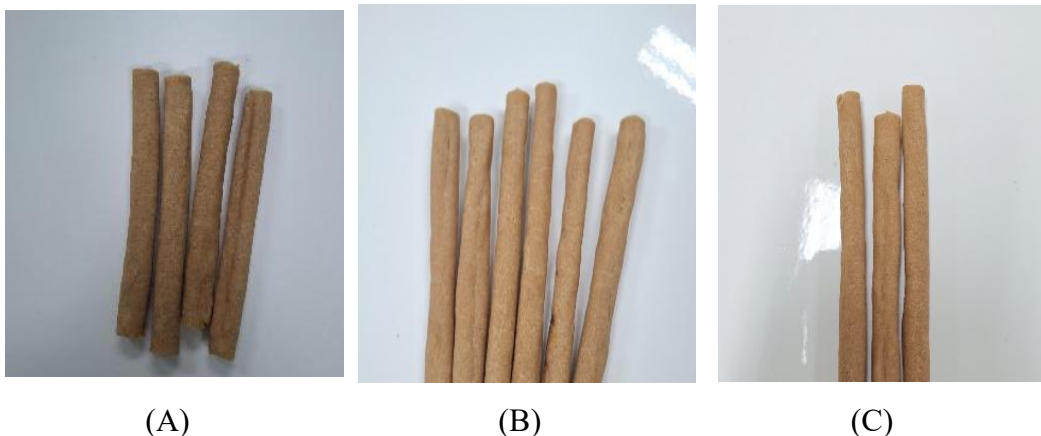
Uji ketebalan *edible straw* dilakukan dengan cara memotong *edible straw* berukuran 3 cm. Uji ketebalan menggunakan jangka sorong yang dilangsungkan pada 4 pusat lokasi yang berbeda dari sampel *edible straw*. Hasil ketebalan *edible straw* didapatkan dari hasil pengukuran yang nilainya dirata-rata (Sutanti dan Dewi, 2018)

### Pengujian Tekstur

Uji tekstur dilakukan dengan menggunakan metode TPA (*Texture Profile Analysis*). Uji TPA adalah uji kompresi ganda yang merupakan representasi sederhana dari dua gigitan pertama selama tindakan kompleks pemrosesan oral (Nishinari *et al*, 2019). Uji tekstur ini menggunakan alat *Texture Analyzer* dengan parameter yang dipantau yaitu *hardness* (kekerasan), *springness* (elastisitas), dan *chewiness* (daya kunyah).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

*Edible straw* merupakan produk berbasis pangan yang dapat dikonsumsi setelah digunakan atau sedotan yang dapat terurai secara alami tanpa meninggalkan residu yang berbahaya bagi lingkungan sekitar.



Ket : (A) 50% tepung biji durian, (B) 60% tepung biji durian, (C) 70% tepung biji durian.

**Gambar 1. *Edible straw* tepung biji durian**

## Warna

**Tabel 1. Hasil uji warna *edible straw* tepung biji durian**

| Perlakuan | Warna <i>Edible Straw</i> |                          |                           |
|-----------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|
|           | L*                        | a*                       | b*                        |
| A         | 53,37 ± 0,28 <sup>b</sup> | 7,95 ± 0,12 <sup>a</sup> | 23,51 ± 0,26 <sup>b</sup> |
| B         | 49,18 ± 0,15 <sup>a</sup> | 8,44 ± 0,14 <sup>b</sup> | 22,98 ± 0,16 <sup>a</sup> |
| C         | 55,25 ± 0,41 <sup>c</sup> | 8,05 ± 0,19 <sup>a</sup> | 24,21 ± 0,09 <sup>c</sup> |

Sumber : Data diolah Tahun 2026

Keterangan : Hasil ditunjukkan sebagai nilai rata-rata ± SD dengan notasi huruf yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan yang nyata ( $p < 0,05$ ). (A) 50% tepung biji durian, (B) 60% tepung biji durian, (C) 70% tepung biji durian. Data dibaca vertical.

Nilai L\* yang dapat dilihat pada Tabel 1 menunjukkan tingkat kecerahan, yang dimana semakin tinggi nilainya semakin cerah produknya. Berdasarkan hasil uji ANOVA pada formulasi A, B dan C menunjukkan perbedaan yang signifikan terhadap nilai L\*. Pada perlakuan C memiliki nilai L\* tertinggi (55,25), diikuti dengan perlakuan A yaitu (53,37) dan pada perlakuan B yaitu (49,18). Hasil menunjukkan bahwa semakin bertambahnya tepung biji durian maka semakin cerah warnanya. Hal ini dikarenakan pada tepung biji durian yang digunakan berwarna putih kecoklatan yang dapat mempengaruhi warna pada *edible straw*.

Nilai a\* menunjukkan nilai kemerahan pada produk, berdasarkan hasil uji ANOVA perlakuan A dan C tidak berbeda nyata, sedangkan perlakuan B berbeda nyata dengan perlakuan A dan C. Kemudian pada parameter b\* menunjukkan nilai kekuningan. Semakin tinggi nilai b\* maka semakin tinggi warna kuning pada *edible straw*. Nilai b\* menunjukkan hasil yang signifikan berdasarkan uji ANOVA ( $p < 0,05$ ). Nilai yang tinggi pada perlakuan C disebabkan efek termal yang menyebabkan degradasi pada pigmen fenolik pada tepung biji durian menjadi senyawa coklat atau kuning.

Tepung biji durian diketahui memiliki senyawa bioaktif berupa senyawa fenolik yang berperan penting dalam menentukan karakteristik fisik dan kimia pada produk berbasis pati. Menurut penelitian Charoenphun & Klangbud (2022), tepung biji durian memiliki kandungan total fenolik yang tinggi dan menunjukkan aktivitas antioksidan yang signifikan. Kandungan senyawa fenolik ini menunjukkan bahwa tepung biji durian tidak hanya berfungsi sebagai sumber pati, tetapi juga mengandung senyawa bioaktif yang dapat mempengaruhi warna produk yang dihasilkan.

## Swelling Ratio

*Swelling* dapat didefinisikan sebagai perubahan ukuran volume atau dimensi suatu produk *edible straw* setelah dilakukan perendaman dalam air atau cairan lainnya dan kemudian

dibandingkan dengan kondisi awal. Parameter ini menggambarkan kemampuan matriks polimer untuk menyerap air dan mengembang, yang secara langsung dapat berkaitan dengan ketahanan produk terhadap cairan selama penggunaan (Cui *et al.*, 2023).

#### a. Berkarbonasi

Pada pengujian *swelling ratio* minuman yang digunakan untuk pengujian yaitu minuman berkarbonasi. Hasil uji *swelling* dengan menggunakan minuman berkarbonasi dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2. Hasil uji *swelling* minuman berkarbonasi**

| Perlakuan | Berkarbonasi (%) $\pm$ SD     |
|-----------|-------------------------------|
| A         | 46,17 $\pm$ 2,71 <sup>b</sup> |
| B         | 35,83 $\pm$ 1,90 <sup>a</sup> |
| C         | 34,86 $\pm$ 1,27 <sup>a</sup> |

Sumber : Data diolah Tahun 2026

Keterangan : Hasil ditunjukkan sebagai nilai rata-rata  $\pm$  SD dengan notasi huruf yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan yang nyata ( $p < 0,05$ ). (A) 50% tepung biji durian, (B) 60% tepung biji durian, (C) 70% tepung biji durian.

Nilai *swelling* pada cairan berkarbonasi dapat dilihat pada Tabel 2, pada 3 perlakuan konsentrasi tepung biji durian menunjukkan perbedaan yang signifikan secara statistik ( $p < 0,05$ ). nilai *swelling* pada cairan berkarbonasi dengan 3 perlakuan konsentrasi tepung biji durian menunjukkan perbedaan yang signifikan secara statistik ( $p < 0,05$ ), yang dimana perlakuan A berbeda nyata dengan perlakuan B dan C. Sedangkan perlakuan B tidak berbeda nyata dengan perlakuan C.

Semakin tinggi konsentrasi tepung biji durian maka semakin kecil nilai *swelling ratio*. Penurunan *swelling ratio* sebesar 11,31 (dari 46,17% menjadi 34,86%). Pada penelitian Gamay *et al* (2024) menunjukkan bahwa tepung biji durian kaya akan pati (46,2%) yang terdiri dari amilosa (10-20%) dan amilopektin (80-90%). Seiring meningkatnya konsentrasi tepung biji durian dapat membentuk matriks yang lebih padat dengan interaksi intermolekular yang lebih kuat antara komponen pati dan gum (lendir). Hal ini akan mengurangi ruang kosong yang tersedia untuk penetrasi air.

#### b. Kopi

Pada pengujian *swelling ratio* minuman yang digunakan untuk pengujian yaitu minuman kopi. Hasil uji *swelling* dengan menggunakan minuman kopi dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3. Hasil uji *swelling* minuman kopi**

| Perlakuan | Kopi (%) $\pm$ SD             |
|-----------|-------------------------------|
| A         | 38,44 $\pm$ 3,81 <sup>b</sup> |
| B         | 33,05 $\pm$ 0,63 <sup>a</sup> |
| C         | 32,28 $\pm$ 2,28 <sup>a</sup> |

Sumber : Data diolah Tahun 2026

Keterangan : Hasil ditunjukkan sebagai nilai rata-rata  $\pm$  SD dengan notasi huruf yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan yang nyata ( $p < 0,05$ ). (A) 50% tepung biji durian, (B) 60% tepung biji durian, (C) 70% tepung biji durian.

Nilai *swelling* pada minuman kopi dapat dilihat pada Tabel 3, pada 3 perlakuan konsentrasi tepung biji durian menunjukkan perbedaan yang signifikan secara statistik ( $p < 0,05$ ), yang dimana perlakuan A berbeda nyata dengan perlakuan B dan C. Sedangkan perlakuan B tidak berbeda nyata dengan perlakuan C. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi tepung biji durian dari 50% menjadi 60% memberikan efek yang signifikan dalam penurunan nilai *swelling ratio*, sedangkan perlakuan dari 60% menjadi 70% tidak memberikan perbedaan yang signifikan secara statistik, meskipun tetap menunjukkan penurunan

### c. Teh

Pada pengujian *swelling ratio* minuman yang digunakan untuk pengujian yaitu minuman teh. Hasil uji *swelling* dengan menggunakan minuman teh dapat dilihat pada Tabel 4.

**Tabel 4. Hasil uji *swelling* minuman teh**

| Perlakuan | Teh (%) $\pm$ SD              |
|-----------|-------------------------------|
| A         | 44,38 $\pm$ 2,02 <sup>b</sup> |
| B         | 34,72 $\pm$ 1,46 <sup>a</sup> |
| C         | 36,90 $\pm$ 4,77 <sup>a</sup> |

Sumber : Data diolah Tahun 2026

Keterangan : Hasil ditunjukkan sebagai nilai rata-rata  $\pm$  SD dengan notasi huruf yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan yang nyata ( $p < 0,05$ ). (A) 50% tepung biji durian, (B) 60% tepung biji durian, (C) 70% tepung biji durian.

Nilai *swelling* pada minuman teh dapat dilihat pada Tabel 4, pada 3 perlakuan konsentrasi tepung biji durian menunjukkan perbedaan yang signifikan secara statistik ( $p < 0,05$ ), yang dimana perlakuan A berbeda nyata dengan perlakuan B dan C. Sedangkan perlakuan B tidak berbeda nyata dengan perlakuan C. Semakin tinggi konsentrasi tepung biji durian maka semakin kecil nilai *swelling ratio*. Penurunan *swelling ratio* sebesar 7,48% (dari 44,38% menjadi 36,90%), yang setara dengan penurunan relatif sebesar 16,85% dari perlakuan A ke perlakuan C yang menunjukkan bahwa penambahan tepung biji durian secara signifikan dapat meningkatkan ketahanan produk terhadap minuman teh.

Penurunan nilai *swelling ratio* seiring meningkatnya konsentrasi tepung biji durian pada ketiga minuman disebabkan beberapa pengaruh yaitu, seiring meningkatnya konsentrasi tepung biji durian dapat membentuk matriks yang lebih padat. Hal ini akan mengurangi ruang kosong yang tersedia untuk penetrasi air. Selain itu, pada konsentrasi tepung biji durian yang lebih tinggi, komponen gum yang berada dalam tepung biji durian dapat membentuk jaringan polimer yang lebih terorganisir, sehingga membatasi pergerakan molekul air kedalam matriks produk. Pada penelitian Cui *et al* (2023) tentang *edible straw* dengan menggunakan pati jagung menemukan bahwa peningkatan densitas matriks dapat menurunkan *swelling degree* secara signifikan. *Edible straw* pati jagung yang diretrogradasi menunjukkan kinerja mekanik yang sangat baik dengan kekuatan mekanik basah 22,9 kali lipat dari *edible straw* pati jagung biasa setelah direndam dalam air 25°C selama 1 jam.

Pada penelitian ini, konsentrasi tepung biji durian yang lebih tinggi menyediakan lebih banyak molekul amilosa yang dapat membentuk jaringan gel yang lebih rapat. Menurut Gamay *et al* (2024) pati biji durian mengandung amilosa sebesar 26,6%, yang berperan penting dalam pembentukan struktur gel. Peningkatan konsentrasi tepung biji durian yang ditambahkan pada *edible straw* menyebabkan kandungan amilosa dalam *edible straw* bertambah. Kandungan amilosa akan mempengaruhi proses retrogradasi. Maka semakin tinggi kadar amilosa, semakin tinggi pula kemampuan retrogradasi dalam pati sehingga semakin kuat gel yang dihasilkan.

### Ketahanan Suhu

Produk *edible straw* yang ideal harus mampu mempertahankan integritas struktural dan fungsionalitasnya baik dalam minuman dingin (4-10°C), suhu ruang (25°C), maupun minuman panas (45-80°C) (Mong & Salleh, 2024). Keterbatasan utama dari sedotan berbasis pati adalah kecenderungan untuk mengalami pelunakan dan kehilangan kekuatan mekanis ketika terpapar suhu tinggi dan kelembaban secara simultan.

#### a. 5°C

Pada pengujian ketahanan suhu, suhu air yang digunakan untuk pengujian yaitu 5°C. Hasil uji ketahanan suhu dengan menggunakan suhu air 5°C dapat dilihat pada Tabel 5.

**Tabel 5. Hasil pengujian ketahanan suhu 5°C**

| Perlakuan | 5°C (%) ± SD             |
|-----------|--------------------------|
| A         | 2,17 ± 1,41 <sup>a</sup> |
| B         | 2,24 ± 1,06 <sup>a</sup> |
| C         | 0,73 ± 0,86 <sup>a</sup> |

Sumber : Data diolah Tahun 2026

Keterangan : Hasil ditunjukkan sebagai nilai rata-rata ± SD dengan notasi huruf yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan yang nyata ( $p < 0,05$ ). (A) 50% tepung biji durian, (B) 60% tepung biji durian, (C) 70% tepung biji durian.



Hasil pengujian ketahanan suhu dapat dilihat pada Tabel 5, menunjukkan bahwa dari ketiga formulasi yaitu A, B dan C mengalami perubahan ukuran yang relatif rendah. Nilai-nilai ini mengindikasikan stabilitas dimensional yang sangat baik pada kondisi suhu rendah, yang merupakan temperatur untuk penyajian minuman dingin. Analisis statistik menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan ( $p > 0,05$ ) antar ketiga perlakuan, yang ditandai dengan notasi huruf superskrip (a) yang sama pada semua perlakuan. Hal ini terjadi dikarenakan tepung biji durian terdapat rentang suhu pembengkakan, yang dimana pada suhu 5°C molekul air mobilitas atau kemampuan bergerak yang cukup untuk masuk ke dalam struktur *edible straw* serta struktur gel pati relatif stabil dan tidak mudah meleleh seperti pada suhu tinggi.

#### b. 25°C

Pada pengujian ketahanan suhu, suhu air yang digunakan untuk pengujian yaitu 25°C. Hasil uji ketahanan suhu dengan menggunakan suhu air 25°C dapat dilihat pada Tabel 6.

**Tabel 6. Hasil pengujian ketahanan suhu 25°C**

| Perlakuan | 25°C (%) $\pm$ SD            |
|-----------|------------------------------|
| A         | 3,19 $\pm$ 3,57 <sup>a</sup> |
| B         | 0,28 $\pm$ 0,28 <sup>a</sup> |
| C         | 0,90 $\pm$ 1,46 <sup>a</sup> |

Sumber : Data diolah Tahun 2026

Keterangan : Hasil ditunjukkan sebagai nilai rata-rata  $\pm$  SD dengan notasi huruf yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan yang nyata ( $p < 0,05$ ). (A) 50% tepung biji durian, (B) 60% tepung biji durian, (C) 70% tepung biji durian.

Berdasarkan hasil uji Duncan menunjukkan bahwa ketiga perlakuan *edible straw* yaitu A, B dan C mengalami perubahan ukuran panjang yang rendah, nilai-nilai tersebut menunjukkan bahwa sedotan tetap stabil dan tidak mengalami perubahan bentuk yang signifikan. Meskipun terdapat perbedaan pada angka antar perlakuan, akan tetapi secara statistik perbedaan tersebut tidak signifikan. Hal ini terjadi sama halnya seperti pengujian pada suhu 5°C, pada suhu 25°C molekul air memiliki energi yang cukup untuk bergerak dan penetrasi ke dalam struktur sedotan, tetapi tidak terlalu tinggi seperti pada suhu panas.

#### c. 45°C

Pada pengujian ketahanan suhu, suhu air yang digunakan untuk pengujian yaitu 45°C. Hasil uji ketahanan suhu dengan menggunakan suhu air 45°C dapat dilihat pada Tabel 7. Hasil ketahanan suhu yang dapat dilihat pada Tabel 7, menunjukkan bahwa perlakuan A (50% tepung biji durian) memiliki nilai tertinggi yaitu 10,79  $\pm$  1,53. Sedangkan pada perlakuan B dan C terjadi penurunan yaitu pada perlakuan B 5,62  $\pm$  1,75 dan perlakuan C 4,86  $\pm$  1,05. Pada pengujian ketahanan suhu ini terdapat perbedaan pada suhu 5°C dan 25°C, menurut uji duncan pada suhu tersebut antar perlakuan tidak berbeda nyata, sedangkan pada suhu 45°C perlakuan

A berbeda nyata terhadap perlakuan B dan C, sedangkan perlakuan B dan C tidak berbeda nyata.

**Tabel 7. Hasil pengujian ketahanan suhu 45°C**

| Perlakuan | 45°C (%) $\pm$ SD             |
|-----------|-------------------------------|
| A         | 10,79 $\pm$ 1,53 <sup>b</sup> |
| B         | 5,62 $\pm$ 1,75 <sup>a</sup>  |
| C         | 4,86 $\pm$ 1,05 <sup>a</sup>  |

Sumber : Data diolah Tahun 2026

Keterangan : Hasil ditunjukkan sebagai nilai rata-rata  $\pm$  SD dengan notasi huruf yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan yang nyata ( $p < 0,05$ ). (A) 50% tepung biji durian, (B) 60% tepung biji durian, (C) 70% tepung biji durian.

Hal ini dikarenakan tepung biji durian terdapat rentang suhu pembengkakan, yang dimana pada suhu 5°C dan 25°C molekul air mobilitas atau kemampuan bergerak yang cukup untuk masuk ke dalam struktur *edible straw* serta struktur gel pati relatif stabil dan tidak mudah meleleh seperti pada suhu tinggi. Hal ini sesuai dengan penelitian Nguyen *et al.* (2025) yang dimana pati biji durian alami menunjukkan suhu awal ( $T_o$ ) sebesar 60,18°C, suhu puncak ( $T_p$ ) sebesar 64,25°C, kemudian suhu akhir ( $T_e$ ) yaitu 72,38°C, dan rentang suhu gelatinisasi ( $\Delta T = T_e - T_o$ ) yaitu sebesar 12,2°C.

### Kelarutan

Kelarutan merupakan persentase berat kering *edible straw* yang larut dalam air setelah direndam selama 24 jam. Kelarutan ini mengukur seberapa banyak komponen sedotan yang larut dalam air. Jika nilai kelarutan semakin tinggi, maka semakin banyak material yang larut dalam air.

**Tabel 8. Hasil pengujian kelarutan**

| Perlakuan | Kelarutan (%) $\pm$ SD       |
|-----------|------------------------------|
| A         | 0,67 $\pm$ 0,13 <sup>a</sup> |
| B         | 0,79 $\pm$ 0,10 <sup>a</sup> |
| C         | 0,81 $\pm$ 0,04 <sup>a</sup> |

Sumber : Data diolah Tahun 2026

Keterangan : Hasil ditunjukkan sebagai nilai rata-rata  $\pm$  SD dengan notasi huruf yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan yang nyata ( $p < 0,05$ ). (A) 50% tepung biji durian, (B) 60% tepung biji durian, (C) 70% tepung biji durian.

Hasil uji statistik yang dapat dilihat pada Tabel 8 menunjukkan superscript pada semua perlakuan yaitu (a) perbedaan ini tidak signifikan atau tidak berbeda nyata ( $p > 0,05$ ). Kenaikan nilai kelarutan seiring bertambahnya konsentrasi tepung biji durian itu disebabkan karena tepung biji durian kaya akan pati (46,2%) yang terdiri dari amilosa (10-20%) dan amilopektin (80-90%) (Gamay *et al.*, 2024). Menurut Jia *et al.*, (2023) amilopektin yang terdapat pada tepung akan mendorong pembengkakan pada butiran pati. Hal tersebut sejalan dengan

penelitian Chen *et al.* (2021) bahwa daya pembengkakan adalah karakteristik utama amilopektin dan derajat polimerisasi, sehingga struktur amilopektin memiliki pengaruh penting terhadap pembengkakan butiran.

Pada penelitian ini pembuatan *edible straw* menggunakan tepung biji durian yang dimana amilopektin yang terdapat pada tepung biji durian yaitu 80-90%. Sehingga seiring bertambahnya tepung biji durian maka kadar amilopektin semakin besar sehingga semakin larut dalam air, karena amilopektin mempunyai sifat hidrofilik (larut dalam air).

### Ketebalan

Ketebalan merupakan ukuran seberapa tebal dinding sedotan yang diukur dalam satuan cm atau mm. Menurut Japanese Industrial Standard (JIS) (1975) ketebalan film tidak boleh melebihi dari 0,25 mm.

**Tabel 9. Hasil pengujian ketebalan**

| Perlakuan | Ketebalan (%) $\pm$ SD        |
|-----------|-------------------------------|
| A         | 0,12 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup>  |
| B         | 0,13 $\pm$ 0,01 <sup>ab</sup> |
| C         | 0,14 $\pm$ 0,00 <sup>b</sup>  |

Sumber : Data diolah Tahun 2026

Keterangan : Hasil ditunjukkan sebagai nilai rata-rata  $\pm$  SD dengan notasi huruf yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan yang nyata ( $p < 0,05$ ). (A) 50% tepung biji durian, (B) 60% tepung biji durian, (C) 70% tepung biji durian.

Pada penelitian ini hasil yang dapat dilihat pada Tabel 9 menunjukkan bahwa ketebalan *edible straw* berkisar antara 0,12 cm/1,2 mm hingga 0,14 cm/1,4 mm dengan hasil uji ANOVA  $P=0,082$  ( $p > 0,05$ ), yang berarti konsentrasi tepung biji durian tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap ketebalan *edible straw*. Ketebalan film menurut standar industri Jepang tidak boleh melebihi dari 0,25 mm (JIS, 1975). Pada penelitian ini ketebalan berbeda yang cukup jauh dengan standar JIS. Hal ini dikarenakan *edible straw* merupakan bentuk silinder yang memerlukan struktur yang lebih tebal yang berguna untuk mempertahankan bentuknya saat digunakan.

Jika ketebalan *edible straw* terlalu tipis maka akan beresiko cepat melunak, retak bahkan patah ketika digunakan dalam minuman. Oleh karena itu, pada penelitian ini ketebalan sengaja dibuat sedikit lebih tebal dibanding standar film untuk memastikan fungsi dan daya tahan produk tetap optimal.

### Tekstur

Tekstur produk merupakan salah satu parameter yang krusial dalam beragam jenis makanan, karena turut menentukan kualitasnya. Tekstur juga merupakan karakteristik sebuah

bahan yang terbentuk melalui kombinasi berbagai sifat fisik berupa ukuran, wujud, jumlah serta elemen penyusunnya (Khairiah *et al.*, 2025).

**Tabel 10. Hasil pengujian tekstur parameter *hardness***

| Perlakuan | <i>Hardness</i> (gForce) |                 |
|-----------|--------------------------|-----------------|
| A         | 2924,32                  | $\pm 2134,86^a$ |
| B         | 4072,02                  | $\pm 214,28^a$  |
| C         | 2883,98                  | $\pm 285,47^a$  |

Sumber : Data diolah Tahun 2026

Keterangan : Hasil ditunjukkan sebagai nilai rata-rata  $\pm$  SD dengan notasi huruf yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan yang nyata ( $p < 0,05$ ). (A) 50% tepung biji durian, (B) 60% tepung biji durian, (C) 70% tepung biji durian.

Hasil dapat dilihat pada tabel 10, Nilai *hardness* pada ketiga perlakuan tidak berbeda antara satu sama lain. Pada perlakuan A menghasilkan nilai *hardness* 2924,32 gForce, perlakuan B sebesar 4072,02 gForce, dan perlakuan C sebesar 2883,98 gForce. terdapat peningkatan *hardness* dari perlakuan A ke perlakuan B, hal ini disebabkan oleh peningkatan pati dari tepung biji durian yang membentuk matriks yang lebih kuat selama proses gelatinisasi. Pada perlakuan A kandungan tepung yang rendah menghasilkan matriks pati yang kurang padat sehingga struktur yang terbentuk relatif lemah. Hal ini didukung oleh penelitian Dujeda *et al.* (2022) yang menyatakan bahwa konsentrasi tepung yang rendah menghasilkan matriks yang lemah dan tidak stabil, sehingga nilai *hardness* yang dihasilkan cenderung rendah. Akan tetapi sebaliknya, pada perlakuan C meskipun kandungan tepung lebih tinggi, keterbatasan air dalam sistem menyebabkan proses gelatinisasi tidak optimal. Menurut Putri & Zubaidah (2017), rasio air terhadap pati yang tidak seimbang dapat menghambat proses gelatinisasi sempurna, menghasilkan struktur yang kurang kohesif dan akhirnya menghasilkan nilai *hardness* yang tidak berbeda dengan konsentrasi rendah.

**Tabel 11. Hasil pengujian tekstur**

| Perlakuan | Parameter Analisis |                  |                  |
|-----------|--------------------|------------------|------------------|
|           | <i>Springness</i>  | <i>Gumminess</i> | <i>Chewiness</i> |
| A         | 0,769              | 1065,036         | 819,346          |
| B         | 1,047              | 4230,035         | 4438,778         |
| C         | 1,072              | 3297,555         | 3536,032         |

Sumber : Data diolah Tahun 2026

Keterangan : Hasil dibaca dengan vertical. (A) 50% tepung biji durian, (B) 60% tepung biji durian, (C) 70% tepung biji durian.

Hasil pengujian tekstur menggunakan *texture analyzer* dapat dilihat pada Tabel 17 yang menunjukkan nilai pada setiap parameter tekstur yang signifikan antar perlakuan. Nilai *springiness* yang diperoleh menunjukkan peningkatan dari perlakuan A (0,769), B (1,047),

hingga C (1,072), mengindikasikan bahwa peningkatan konsentrasi tepung biji durian dari 50% menjadi 70% meningkatkan elastisitas produk. *Springiness* merupakan kemampuan material untuk kembali ke bentuk semula setelah mengalami kompresi, dimana nilai yang lebih tinggi menunjukkan sifat elastis yang lebih baik, dimana nilai *springness* mendekati 0 menunjukkan material yang bersifat *brittle* atau rapuh, sedangkan nilai mendekati 1 menunjukkan elastisitas yang baik (He *et al.*, 2025). Karakteristik ini sangat dipengaruhi oleh kandungan amilosa tinggi dalam tepung biji durian yang cenderung membentuk struktur gel yang kaku dan kristalin setelah proses retrogradasi. Baraheng dan Karrila (2019) melaporkan bahwa tepung biji durian mengandung pati dengan rasio amilosa yang dapat membentuk gel dengan kekerasan tinggi, yang berkontribusi terhadap tekstur keras pada produk ekstrudat berbasis tepung biji durian.

*Gumminess* dan *chewiness* merupakan energi yang dibutuhkan untuk menghancurkan atau mengunyah produk agar mudah ditelan, dimana nilai yang tinggi mengindikasikan produk yang memerlukan energi besar untuk dihancurkan atau dikunyah (Machado *et al.*, 2024). *Gumminess* merupakan energi yang dibutuhkan untuk menghancurkan produk semi-solid hingga siap ditelan, nilai *gumminess* menunjukkan peningkatan yang signifikan dari perlakuan A ke perlakuan B, kemudian sedikit menurun pada perlakuan C. *Chewiness* adalah energi yang diperlukan untuk mengunyah produk solid, nilai *chewiness* menunjukkan peningkatan yang signifikan dari perlakuan A ke perlakuan B, kemudian sedikit menurun pada perlakuan C. Tingginya nilai *gumminess* dan *chewiness* pada perlakuan B mengonfirmasi bahwa produk sangat keras dan memerlukan usaha pengunyahan yang besar. Cui *et al* (2023) dalam penelitiannya tentang *corn starch straws* melaporkan bahwa *straw* berbasis pati yang mengalami proses retrogradasi menunjukkan peningkatan signifikan pada *flexural strength* dan resistensi terhadap air, namun juga menghasilkan tekstur yang sangat keras.

## KESIMPULAN

Penelitian ini membuktikan bahwa pengaruh perbedaan persentase tepung biji durian pada *edible straw* dapat mempengaruhi beberapa sifat fisik. Peningkatan konsentrasi tepung biji durian berpengaruh secara signifikan pada pengujian *swelling*, ketahanan suhu 45°C. Pada pengujian lain seperti warna, kelarutan, ketebalan, dan *hardness* tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan antar perlakuan, meskipun secara deskriptif terdapat peningkatan elastisitas dan kekuatan struktur pada konsentrasi tepung yang lebih tinggi.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Program Studi Teknologi Pangan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Muhammadiyah Bandung yang telah memberikan fasilitas alat dan tempat sehingga penelitian ini selesai dilaksanakan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik (BPS). (2017). Statistik Tanaman Buah-buahan dan Sayuran Tahunan
- Charoenphun, N., & Klangbud, W. K. (2022). Antioxidant and anti-inflammatory activities of durian (*Durio zibethinus* Murr.) pulp, seed and peel flour. *PeerJ*, 10, e12933. <https://doi.org/10.7717/peerj.12933>.
- Chen, C., Li, G., & Zhu, F. (2021). A novel starch from lotus (*Nelumbo nucifera*) seeds: Composition, structure, properties and modifications. *Food Hydrocolloids*, 120, 106899. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2021.106899>
- Chen, C., Li, G., & Zhu, F. (2021). A novel starch from lotus (*Nelumbo nucifera*) seeds: Composition, structure, properties and modifications. *Food Hydrocolloids*, 120, 106899. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2021.106899>.
- Cui, C., Zhao, S., Zhang, Z., Li, M., Shi, R., & Sun, Q. (2023). Preparation and characterization of corn starch straws with strong mechanical properties by extrusion and retrogradation. *Industrial Crops and Products*, 191, 115991. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2022.115991>.
- Divers Clean Action (DCA). 2018. Jumlah Sedotan Plastik di Indonesia. [www.diverscleanaction.org](http://www.diverscleanaction.org)
- Dudeja, I., Mankoo, R. K., Singh, A., & Kaur, J. (2023). Development, characterisation and biodegradability of rice straw lignin based sustainable biopolymeric films. *International Journal of Food Science & Technology*, 58(5), 2754–2763. <https://doi.org/10.1111/ijfs.16105>
- Erna Kustyawati, M., Pratama, F., Saputra, D., & Wijaya, A. (2014). Modifikasi Warna, Tektur Dan Aroma Tempe Setelah Diproses Dengan Karbon Dioksida Superkritik [The Modification of Color, Texture, and Aroma of Tempe Processed with Supercritical Carbon Dioxide]. *Jurnal Teknologi Dan Industri Pangan*, 25(2), 168–175. <https://doi.org/10.6066/jtip.2014.25.2.168>.
- Feng, J., Wang, Y., Yi, X., Yang, W., & He, X. (2016). Phenolics from durian exert pronounced NO inhibitory and antioxidant activities. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 64(21), 4273–4279.
- Gamay, R. A. J., Botecario, P. M. N., Sanchez, P. D. C., & Alvarado, M. C. (2024). Durian (*Durio zibenthinus*) waste: a promising resource for food and diverse applications—a comprehensive review. In *Food Production, Processing and Nutrition* (Vol. 6, Number 1). BioMed Central Ltd. <https://doi.org/10.1186/s43014-023-00206-4>.
- Jia, R., Cui, C., Gao, L., Qin, Y., Ji, N., Dai, L., Wang, Y., Xiong, L., Shi, R., & Sun, Q. (2023). A review of starch swelling behavior: Its mechanism, determination methods, influencing factors, and influence on food quality. *Carbohydrate Polymers*, 321, 121260. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2023.121260>
- Kalaka, S. R., Naiu, A. S., & Husain, R. (2022). Karakteristik Organoleptik, Fisik Dan Kimia Edible Film Gelatin-Kitosan-Jahe. *Jambura Fish Processing Journal*, 4(2), 64–71. <https://doi.org/10.37905/jfpj.v4i2.13361>.
- Kaza, S., Yao, L., Bhada-Tata, P., & Van Woerden, F. (2018). *What a waste 2.0: a global snapshot of solid waste management to 2050*. World Bank Publications.



- Kementerian Lingkungan Hidup (KLH). (2018). Dorong Circular Economy Melalui Pemanfaatan Sampah Plastik [Berkelanjutan.www.menlhk.go.id](http://Berkelanjutan.www.menlhk.go.id).
- Khairiah, K., Kiptiyah, S. Y., Khoirunnisa, I. F., & Nurunazmi, S. (2025). Physicochemical Properties Of Sorghum (*Sorghum Bicolor L.*) Tempeh At Different Fermentation Times And Yeast Concentrations. *AGRITEPA: Jurnal Ilmu dan Teknologi Pertanian*, 12(1), 225-242.
- Mong, Y. T., & Salleh, E. (2024). The Development of Edible Straw from Apple and Durian Peel. *Journal of Bioprocessing and Biomass Technology*, 3(1), 47-52. Indonesia. Jakarta.
- Nguyen, H. V., Huynh, P. X., & Kha, T. C. (2025). Ultrasound-Induced Modification of Durian Starch (*Durio zibethinus*) for Gel-Based Applications: Physicochemical and Thermal Properties. *Gels*, 11(4), 296. <https://doi.org/10.3390/gels11040296>.
- Nishinari, K., Fang, Y., & Rosenthal, A. (2019). Human oral processing and texture profile analysis parameters: Bridging the gap between the sensory evaluation and the instrumental measurements. *Journal of Texture Studies*, 50(5), 369-380.
- Petchimuthu, P. (2021). Production of cost-effective biodegradable straw. *J. Res Appl Sci Eng Technol*, 0, 3710–3713.
- Putri, W. D. R., & Zubaidah, E. (2017). *Pati: Modifikasi dan Karakteristiknya*. Universitas Brawijaya Press.
- Rohayu, S. B., Wahyudi, K., & Abdullah, V. I. (2023). Pelatihan Pembuatan Kulit Kue Lontar Berbahan Dasar Tepung Biji Durian. *Jurnal Kreativitas Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM)*, 6(8), 3424-3430.
- Sigiro, O. N., Sukmayani, S., Habibah, N., & Kristiandi, K. (2020). Potensi Bahan Pangan Tepung Biji Durian Setelah Melalui Masa Penyimpanan. *Agro Bali: Agricultural Journal*, 3(2), 229–233. <https://doi.org/10.37637/ab.v3i2.623>.
- Sistanto, S., Sulistyowati, E., & Yuwana, Y. (2017). Pemanfaatan limbah biji durian (*Durio zibethinus* Murr) sebagai bahan penstabil es krim susu sapi perah. *Jurnal Sain Peternakan Indonesia*, 12(1), 226008.
- Sutanti, S., & Dewi, C. K. (2018). Karakterisasi Bioplastik Berbahan Kolang-Kaling Dengan Monogliserida Dari Minyak Kelapa. *Jurnal Inovasi Teknik Kimia*, 3(2). <https://doi.org/10.31942/inteka.v3i2.2491>.