

## EFFECT OF WHEAT FLOUR SUBSTITUTION WITH KIMPUL TARO FLOUR (*Xanthosoma sagittifolium*) ON PHYSICOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF MORINGA FLAKES

[Pengaruh Substitusi Terigu dengan Tepung Talas Kimpul (*Xanthosoma sagittifolium*) Terhadap Karakteristik Fisikokimia Flakes Kelor]

Ida Ayu Tisna Wahyuniari, Ni Luh Putu Anggita Suandewi, Magdalena, Anak Agung Istri Sri Wiadnyani✉, I Wayan Rai Widarta, I Gusti Ayu Krisma Widya Saraswati

Study Program of Food Technology, Faculty of Agricultural Technology, Udayana University

✉Corresponding author: [sriwiadnyani@unud.ac.id](mailto:sriwiadnyani@unud.ac.id)

Submitted: 18 September 2025; Revised: 15 December 2025; Accepted: 8 May 2026;  
Available online: 31 May 2026; Published: 31 May 2026

### ABSTRACT

Flakes are thin and dry food products which commonly consumed as a convenient breakfast option. Currently, the development of flakes is shifting towards functional foods by adding natural ingredients, such as moringa leaves (*Moringa oleifera*), which are rich in antioxidants. Along with growing health awareness, there is an increasing demand for gluten-reduced or wheat-free flakes. Therefore, local ingredients such as kimpul taro (*Xanthosoma sagittifolium*) hold great potential for development. Kimpul contains complex carbohydrates, fiber, and minerals, making it a highly nutritious alternative ingredient. This study examined the effects of different ratios of wheat and taro flour on the sensory and physicochemical characteristics of moringa flakes. A completely randomized design was used with flour ratio treatments of 100%:0%; 75%:25%; 50%:50%; 25%:75%; 0%:100% (wheat flour: taro flour). The data were statistically analyzed using a T-test with Minitab 19 software. The results showed that 50% wheat flour:50% taro flour formulation produced the best characteristics, with average hedonic scores of 4.03 (slightly like) for color, 4.17 (slightly like) for aroma, 3.83 (neutral) for taste, 4.23 (slightly like) for texture, and 4.30 (slightly like) for overall acceptance. The flakes were 9.16 N in hardness, remained crisp in milk for over 10 minutes, and had color values of L\* 60.2, a\* 1.8, and b\* 16.0. Their chemical properties included 4.22% moisture, 4.33% ash, 7.20% protein, 15.80% fat, 68.44% carbohydrates, 444.78 kcal, and 41.02% antioxidant activity. Moringa flakes with taro flour substitution have the potential to be functional food products that are antioxidant-rich and low in gluten.

**Keywords:** Flakes; kimpul taro flour; moringa powder; substitution.

### ABSTRAK

Flakes merupakan produk pangan berbentuk tipis dan kering yang umumnya dikonsumsi sebagai sarapan praktis. Perkembangan produk flakes saat ini mulai diarahkan pada pangan fungsional dengan penambahan bahan alami seperti daun kelor (*Moringa oleifera*) yang kaya antioksidan. Seiring meningkatnya kesadaran akan kesehatan, dibutuhkan inovasi flakes yang rendah gluten atau bebas terigu. Oleh karena itu, pemanfaatan bahan lokal seperti talas kimpul (*Xanthosoma sagittifolium*) sangat potensial untuk dikembangkan. Talas kimpul mengandung karbohidrat kompleks, serat, dan mineral yang menjadikannya bahan alternatif bernilai gizi tinggi. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh perbandingan terigu dan tepung talas terhadap karakteristik sensoris dan fisikokimia flakes kelor. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan perbandingan terigu dan tepung talas (100%:0%; 75%:25%; 50%:50%; 25%:75%; 0%:100%). Data yang diperoleh dianalisis secara statistik menggunakan T-test dengan bantuan software Minitab 19. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbandingan terigu dan tepung talas (50%:50%) menghasilkan flakes kelor dengan karakteristik terbaik dengan rata-rata nilai kesukaan terhadap warna 4,03 (agak suka), aroma 4,17 (agak suka), rasa 3,83 (netral), tekstur 4,23 (agak suka), dan penerimaan keseluruhan 4,30 (agak suka) dengan nilai kekerasan 9,16 N, ketahanan kerenyahan dalam susu > 10 menit, karakteristik warna L\* 60,2; a\* 1,8; b\* 16,0, serta karakteristik kimia meliputi kadar air 4,22%, kadar abu 4,33%, protein 7,20%, lemak 15,80%, karbohidrat 68,44%, kalori 444,78%, dan aktivitas antioksidan 41,02%. Flakes kelor dengan substitusi tepung talas berpotensi sebagai pangan fungsional yang kaya antioksidan dan rendah gluten.

**Kata Kunci:** Bubuk kelor; flakes; substitusi; tepung talas kimpul.

## PENDAHULUAN

*Flakes* adalah makanan yang memiliki bentuk tipis dengan tekstur yang renyah, kadar air yang rendah dan terkandung karbohidrat yang tinggi (Khairunnisa *et al.*, 2018). Santos *et al.* (2022) menyatakan bahwa produk sereal sarapan dikonsumsi secara luas di seluruh dunia dengan rata-rata konsumsi sebesar 1,6 kg per kapita pada tahun 2020. *Flakes* dapat dibuat dengan berbagai jenis bahan pangan yang mengandung karbohidrat. Bahan pangan yang kerap digunakan pada pembuatan *flakes* yaitu beras, gandum dan jagung (Marsetio, 2006 dalam Dewi *et al.*, 2023). Selain itu bahan pangan lokal seperti umbi-umbian juga dapat berpotensi untuk menjadi alternatif dalam pembuatan *flakes*, karena umbi umumnya juga kaya akan karbohidrat. Salah satu jenis umbi yang memiliki potensi untuk diolah menjadi *flakes* yaitu umbi talas. Umbi talas merupakan tanaman yang banyak tumbuh di Indonesia, dan sering diolah dengan direbus atau menjadi olahan keripik (Iskandar *et al.*, 2018). Kandungan yang terdapat pada umbi talas seperti pati (18.02%), gula (1.42%), mineral berupa kalsium sebesar (0.028%), dan fosfor (0.061%) (Yuliatmoko, 2012), dapat menjadikannya bahan yang tepat untuk diolah menjadi *flakes*. Selain itu talas juga mengandung bioaktif seperti antioksidan dan polifenol yang menjadikannya pilihan yang tepat untuk pembuatan olahan pangan fungsional (Sukasih & Setyadjit, 2012). Makanan fungsional tidak hanya memberikan asupan energi, tetapi juga baik untuk kesehatan.

Pemanfaatan umbi-umbian dalam pembuatan *flakes* merupakan salah satu bentuk inovasi yang mendukung diversifikasi pangan lokal, serta meningkatkan nilai tambah pada umbi-umbian yang selama ini kurang dimanfaatkan secara maksimal. Selain sebagai sumber karbohidrat dan serat yang baik, *flakes* talas juga *gluten free* sehingga dapat menjadi alternatif pangan sehat bagi penderita intoleransi gluten maupun masyarakat umum yang ingin cemilan yang lebih sehat. Meskipun memiliki kandungan gizi yang baik, *flakes* talas juga memiliki kekurangan yaitu pada warnanya yang pucat atau kurang menarik. Oleh karena itu diperlukan penambahan pewarna alami untuk meningkatkan daya tarik visual produk, karena warna merupakan daya tarik utama yang dapat dilihat secara langsung tanpa harus mencicipi. Salah satu pewarna yang berpotensi untuk menjadi pewarna alami sekaligus penambah nilai gizi adalah daun kelor (*Moringa oleifera*). Daun kelor dikenal kaya akan klorofil yang memberikan warna hijau alami, serta mengandung antioksidan, vitamin (seperti vitamin A, C, dan E), mineral (seperti kalsium dan zat besi), serta senyawa bioaktif lainnya. Majid *et al.* (2017) melaporkan bahwa penambahan bubuk daun kelor 5% menghasilkan *flakes* dengan karakteristik organoleptik yang dapat diterima panelis dengan kandungan kalsium yang cukup tinggi. Penambahan ekstrak daun kelor tidak hanya meningkatkan tampilan visual *flakes*, tetapi juga menambah nilai gizi dan manfaat kesehatan produk.

Penggunaan tepung talas dalam pengembangan produk ini juga diujicobakan sebagai substitusi tepung terigu, yang umumnya digunakan dalam pembuatan *flakes*. Substitusi ini meningkatkan pemanfaatan bahan pangan lokal, mengurangi penggunaan gandum impor, serta mengembangkan alternatif produk pangan fungsional. Evaluasi mutu produk *flakes* perlu dilakukan melalui pengujian sifat fisik, kimia dan sensoris karena ketiga aspek tersebut berperan penting dalam menentukan kualitas dan penerimaan konsumen. Penelitian sebelumnya oleh Mahmudah *et al.* (2017) pada produk *flakes* berbasis pisang dengan substitusi pati garut menunjukkan bahwa parameter fisik seperti tekstur (*hardness*) dan ketahanan kerenyahan dalam susu merupakan indikator utama kualitas *flakes* yang berkaitan dengan kerenyahan dan kenyamanan konsumsi. Selain itu, karakteristik kimia seperti kadar air, kadar abu, protein, lemak, dan karbohidrat perlu dianalisis untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap kandungan gizi *flakes*. Selain itu, pengujian sensoris diperlukan untuk mengevaluasi tingkat penerimaan konsumen terhadap *flakes* yang dihasilkan. Namun, hingga saat ini masih terbatas penelitian yang mengkaji secara komprehensif pengaruh substitusi tepung terigu dengan tepung talas serta penambahan daun kelor terhadap karakteristik fisik, sensoris, dan kandungan gizi produk *flakes*.

## BAHAN DAN METODE

### Bahan dan Alat

Pembuatan *flakes* kelor menggunakan bahan terigu, tepung talas, ekstrak kelor, air, gula halus, telur, susu skim, dan margarin. Bahan kimia yang digunakan adalah heksan (Merck), H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (Merck), NaOH (Merck), alkohol (Merck), 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) (Himedia), dan akuades (Rofa). Alat-alat yang digunakan dalam pembuatan *flakes* kelor, seperti timbangan digital (Fuji), timbangan analitik (Shimadzu), kompor (Rina), oven (Kirin), slicer, dehidrator, ayakan 100 mesh, *noodle maker*. Alat-alat yang digunakan dalam analisis kimia adalah tabung reaksi (Pyrex), gelas ukur (Pyrex), gelas beaker (Pyrex), erlenmeyer (Pyrex), muffle (Wisetherm), texture analyzer, soxhlet (Behrotest), vortex (Maxi Mix II Type 367000), spektrofotometer (Biochrom Sn 133467), desikator, mikropipet (Eppendorf), tip mikropipet, cawan porselin, pinset.

### Metode

#### Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan perlakuan perbandingan terigu dan tepung talas terdiri dari 5 taraf sebagai berikut: P1 = 100% terigu : 0% tepung talas; P2 = 75% terigu : 25% tepung talas; P3 = 50% terigu : 50% tepung talas; P4 = 25% terigu : 75% tepung talas; P5 = 0% terigu : 100% tepung terigu. Data yang diperoleh dari hasil karakteristik sensori hedonik dianalisis dengan *spider web* menggunakan bantuan *software* Excel dan dianalisis secara statistik menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) dengan bantuan *software* Minitab 19. Pada uji intensitas, data yang diperoleh dianalisis menggunakan *Principal Component Analysis* (PCA) menggunakan *xlstat*. Pada karakteristik fisik, data yang diperoleh dari hasil uji kekerasan dianalisis secara statistik menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) dengan bantuan *software* Minitab 19. Perlakuan terbaik yang dipilih berdasarkan tingkat kesukaan panelis terhadap karakteristik sensori akan dilanjutkan dengan pengujian kimia dan dibandingkan dengan *flakes* terigu. Data yang diperoleh selanjutnya dianalisis secara statistik menggunakan T-test dengan bantuan *software* Minitab 19.

#### Pembuatan Tepung Talas

Pembuatan tepung talas mengacu pada Ramdhiana *et al.* (2020). Diawali dengan pengupasan umbi talas dan dicuci hingga bersih. Kemudian, dipotong dengan ketebalan 1-2 mm menggunakan *slicer*, lalu direndam dalam larutan NaCl 5% dengan perbandingan umbi talas dan air 1:2 selama 30 menit. Umbi talas dicuci kembali dan ditiriskan, lalu diletakkan pada loyang yang telah dilapisi aluminium foil. Selanjutnya, umbi talas dikeringkan menggunakan dehidrator pada suhu 60°C selama 13 jam. Setelah kering, dihancurkan menggunakan blender dan diayak menggunakan ayakan 100 mesh.

#### Pembuatan Flakes Kelor

Metode pembuatan *flakes* talas mengacu pada Sofyan & Az (2019). Diawali dengan mencampurkan gula halus, telur, margarin, dan air. Kemudian ditambahkan susu skim, ekstrak kelor, serta terigu dan tepung talas sesuai perlakuan. Setelah adonan terbentuk, dilakukan pengukusan selama 10 menit. Selanjutnya, adonan dipipihkan menggunakan *noodle maker* dengan ketebalan 1 mm. Proses pemanggangan dilakukan menggunakan oven pada suhu 120°C selama 20 menit. Formulasi pembuatan *flakes* kelor dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Formulasi *Flakes* Kelor

Bahan	P1	P2	P3	P4	P5
Terigu (g)	100	75	50	25	0
Tepung talas (g)	0	25	50	75	100
Air (ml)	25	25	25	25	25
Margarin (g)	20	20	20	20	20
Susu skim (g)	15	15	15	15	15
Gula (g)	10	10	10	10	10
Telur (g)	5	5	5	5	5
Bubuk kelor (g)	5	5	5	5	5
Garam (g)	2	2	2	2	2
Vanili (g)	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3

### **Karakteristik sensori**

Pengujian sensori mengacu pada Lawless & Heymann (2010) menggunakan 30 orang panelis semi terlatih menggunakan metode hedonik dengan skala penilaian 1-5 (tidak suka – suka) serta dilakukan uji ranking terhadap intensitas meliputi kerenyahan dengan skala penilaian 1-5 (kurang renyah – sangat renyah) dan warna dengan skala penilaian 1-5 (kurang hijau – sangat hijau).

### **Ketahanan kerenyahan dalam susu**

Pengujian ketahanan kerenyahan dalam susu mengacu pada metode Papunas *et al.* (2013). Pengujian dilakukan dengan menuangkan 1,5 g *flakes* ke mangkuk, lalu ditambahkan susu cair sebanyak 70 ml. Lama waktu *flakes* tetap mengapung di permukaan susu dihitung sebagai waktu ketahanan kerenyahan dalam susu.

### **Hardness**

Pengujian *hardness* menggunakan *Texture Profile Analyzer* (Gonzalez *et al.*, 2018). Sampel diuji dengan cara ditekan menggunakan probe batang berdiameter 5 mm. Nilai gaya maksimum yang dihasilkan pada kurva hubungan gaya terhadap waktu ditetapkan sebagai nilai kekerasan (*hardness*).

### **Warna**

Pengujian warna ( $L^*$ ,  $a^*$ , dan  $b^*$ ) menggunakan *colour reader* yang mengacu pada metode Sukardi (2015). Pengukuran warna menggunakan parameter  $L^*$ ,  $a^*$ , dan  $b^*$ . Nilai  $L^*$  menunjukkan tingkat kecerahan (0 = hitam, 100 = putih),  $a^*$  menunjukkan gradasi hijau–merah, dan  $b^*$  menunjukkan gradasi biru–kuning. Pengukuran dilakukan dengan menempatkan sampel dalam wadah transparan, kemudian *colour reader* diaktifkan dan tombol pengukuran ditekan.

### **Kadar Air**

Pengujian kadar air mengacu pada AOAC (2023). Sampel ditimbang sebanyak 2 g kemudian dikeringkan dalam oven pengering pada suhu 100 - 105°C hingga mencapai berat konstan. Selisih berat awal dan akhir sampel dihitung untuk menentukan kadar airnya. Penentuan kadar air dilakukan melalui perhitungan dengan Persamaan (1) berikut:

$$\text{Kadar air (\% b/b)} = \frac{\text{berat sampel awal (g)} - \text{berat sampel akhir (g)}}{\text{berat sampel awal (g)}} \times 100\% \quad (1)$$

### **Kadar Abu**

Pengujian kadar abu mengacu pada AOAC (2023). Cawan porselen dikeringkan pada 105°C selama 3 jam, didinginkan dalam desikator, dan ditimbang. Sebanyak 2 g sampel dimasukkan ke dalam cawan, dipijarkan hingga menjadi arang, lalu diabukan dalam tanur pada 600°C selama 6 jam. Setelah

didinginkan kembali dalam desikator, sampel ditimbang untuk perhitungan kadar abu. Penentuan kadar abu dilakukan melalui perhitungan dengan Persamaan (2) berikut:

$$\text{Kadar abu (\%)} = \frac{\text{berat sampel akhir (g)}}{\text{berat sampel awal (g)}} \times 100\% \quad (2)$$

### **Kadar Protein**

Pengujian kadar protein menggunakan metode Kjeldahl yang mengacu pada AOAC (2023). Sebanyak 0,5 g sampel didestruksi dengan tablet Kjeldahl dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat selama 2 jam, kemudian diencerkan hingga volume tertentu. Sampel selanjutnya didestilasi dengan penambahan NaOH 15% dan indikator PP, lalu destilat ditampung dalam asam borat 3%. Destilat dititrasikan dengan HCl 0,1 N hingga perubahan warna, dan volume HCl dicatat. Penentuan kadar protein dilakukan melalui perhitungan dengan Persamaan (3) dan (4) berikut:

$$\%N = \frac{(\text{ml HCl sampel} - \text{ml HCl blanko}) \times N \text{ HCl} \times 14,007}{\text{mg sampel}} \times 100\% \quad (3)$$

$$\% \text{protein} = \%N \times \text{faktor konversi (6,25)} \quad (4)$$

### **Kadar Lemak**

Pengujian kadar lemak yang dilakukan mengacu pada AOAC (2023). Sebanyak 2 g sampel diletakkan pada kertas saring dan digulung membentuk *thimble*, dimasukkan ke dalam alat ekstraksi Soxhlet. Selanjutnya, diekstraksi selama 4 jam dengan pelarut heksan. Setelah pelarut diuapkan, labu berisi lemak dikeringkan kembali pada 105°C, didinginkan, dan ditimbang untuk penentuan kadar lemak. Penentuan kadar lemak dilakukan melalui perhitungan dengan Persamaan (5) berikut:

$$\text{Kadar lemak (\%)} = \frac{\text{berat setelah dioven (g)} - \text{berat kosong (g)}}{\text{berat sampel (g)}} \times 100\% \quad (5)$$

### **Kadar Karbohidrat**

Pengujian kadar karbohidrat mengacu pada metode *carbohydrate by difference* AOAC (2023). Hasil pengujian kadar karbohidrat diperoleh dari hasil pengurangan antara 100% kandungan gizi sampel dengan total keseluruhan kadar air, kadar abu, kadar protein, dan kadar lemak. Penentuan kadar karbohidrat dilakukan melalui perhitungan dengan persamaan (6) berikut:

$$\text{Carbohydrate by difference} = 100\% - (\% \text{kadar air} + \% \text{kadar abu} + \% \text{kadar protein} + \% \text{kadar lemak}) \quad (6)$$

### **Kadar Kalori**

Pengujian kadar kalori mengacu pada metode *by difference* (AOAC (2023)). Kadar kalori dihitung berdasarkan penjumlahan dari hasil perkalian kadar karbohidrat, lemak dan protein terhadap perkiraan nilai kalori/g. Penentuan kadar kalori dilakukan melalui perhitungan dengan Persamaan (7) berikut:

$$\text{Total kalori} = (4 \times \text{Kadar Protein}) + (4 \times \text{Kadar Karbohidrat}) + (9 \times \text{Kadar Lemak}) \quad (7)$$

### **Aktivitas Antioksidan**

Penentuan aktivitas antioksidan dilakukan dengan metode DPPH yang mengacu pada Shah & Modi (2015). Sebanyak 1 ml larutan DPPH dicampurkan dengan 2 ml sampel dalam tabung reaksi. Larutan divortex dan diinkubasi selama 30 menit dalam kondisi gelap. Selanjutnya, absorbansi diukur pada panjang gelombang 517 nm menggunakan spektrofotometer, dengan etanol sebagai blanko. Kontrol dibuat dengan perlakuan yang sama seperti sampel, namun tanpa penambahan sampel. Persentase aktivitas antioksidan dihitung melalui Persamaan (8) berikut:

$$\text{Aktivitas Antioksidan (\%)} = \frac{\text{absorbansi kontrol} - \text{absorbansi sampel}}{\text{absorbansi kontrol}} \times 100\% \quad (8)$$

## HASIL DAN PEMBAHASAN

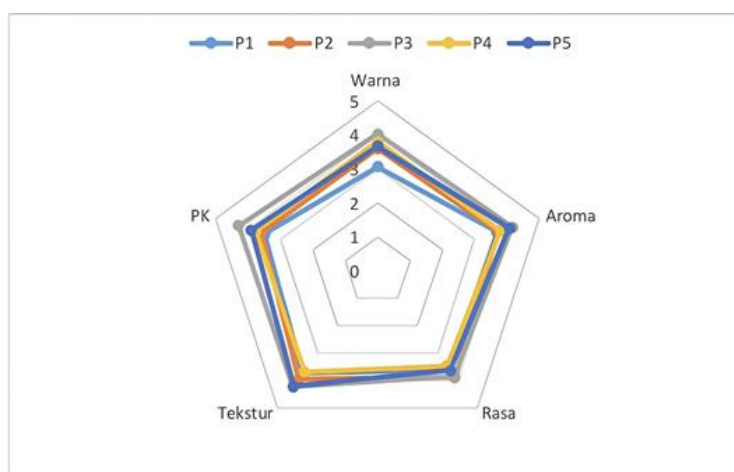
### Karakteristik Sensori

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan diperoleh hasil analisis karakteristik sensoris yaitu pengujian hedonik dan intensitas dari *flakes* kelor dengan perbandingan terigu dan tepung talas. Hasil pengujian hedonik dapat dilihat pada Tabel 2 dan hasil *spider web* dapat dilihat pada Gambar 1.

Tabel 2. Hasil Uji Hedonik *Flakes* Kelor

Perlakuan (Perbandingan terigu dan tepung talas)	Warna	Aroma	Rasa	Tekstur	Penerimaan Keseluruhan
P1 (100%:0%)	3,07±1,14a	3,70±1,09a	3,60±1,00a	3,73±0,83a	3,50±1,04a
P2 (75%:25%)	3,60±0,86a	3,73±0,83a	3,87±0,86a	3,93±0,87a	3,60±0,89ab
P3 (50%:50%)	4,03±0,85ab	4,17±0,83a	3,83±0,99a	4,23±0,57ab	4,30±0,65b
P4 (25%:75%)	3,80±0,92ab	3,80±0,89a	3,47±0,86a	3,67±0,96b	3,77±0,73b
P5 (0%:100%)	3,67±0,96b	4,07±0,87a	3,63±0,89a	4,20±0,61b	3,90±0,66b

Keterangan skala hedonik: 1 = tidak suka; 2 = agak tidak suka; 3 = biasa; 4 = agak suka; 5 = suka.



Gambar 1. *Spider web* hasil uji hedonik *flakes* kelor

### Warna

Berdasarkan hasil yang didapat terjadi peningkatan terhadap kesukaan panelis pada warna *flakes* kelor. Gambar 1 menunjukkan bahwa nilai rata-rata hasil uji hedonik warna *flakes* berkisar antara 3,20 hingga 4,03. Berdasarkan hasil nilai tertinggi terdapat pada perlakuan P5 yaitu sebesar 3,20, yang menunjukkan kecenderungan penurunan tingkat kesukaan panelis terhadap warna seiring meningkatnya proporsi tepung talas. Semakin tinggi penambahan terigu, warna *flakes* yang dihasilkan cenderung semakin gelap. Warna gelap ini dipengaruhi oleh proses pemanggangan pada suhu tinggi yang memicu terjadinya reaksi Maillard (Lestari *et al.*, 2015). Berdasarkan penelitian Tattiyakul *et al.* (2006) tepung talas memiliki kadar karbohidrat yang sangat tinggi sekitar 84.6-91.5% dan protein yang relatif rendah sekitar 5.1-8.7% dibandingkan terigu yang biasanya karbohidratnya sekitar 72.73-87.08% dan proteinnya 8.1-16.44%. Perbedaan kandungan karbohidrat dan protein tersebut dapat berperan dalam reaksi maillard. Reaksi Maillard merupakan reaksi pencoklatan non-enzimatis antara gula pereduksi dan gugus amina dari protein dalam bahan pangan, yang terjadi pada suhu tinggi dan menghasilkan senyawa melanoidin berwarna coklat (Gunaivi *et al.*, 2018). Dengan bertambahnya proporsi terigu, perbandingan antara gula pereduksi dan protein dalam adonan ikut berubah. Kondisi tersebut membuat reaksi maillard lebih meningkat pada proses pemanggangan. Akibatnya, *flakes* dengan kandungan

terigu yang lebih tinggi menghasilkan warna yang lebih gelap karena terbentuk lebih banyak senyawa pencoklatan Maillard dibandingkan dengan *flakes* yang kandungan tepung talasnya lebih tinggi.

### **Aroma**

Hasil uji hedonik menunjukkan bahwa substitusi tepung talas dan tepung terigu berpengaruh terhadap tingkat kesukaan panelis terhadap aroma produk *flakes* kelor. Berdasarkan Tabel 2, nilai rata-rata hedonik aroma berkisar antara 3,70 hingga 4,17, dengan nilai tertinggi terdapat pada perlakuan P3 (50% terigu : 50% talas) yaitu sebesar 4,17 (agak suka), sedangkan nilai terendah terdapat pada perlakuan P1 (100% terigu : 0% talas) yaitu sebesar 3,70 (netral-agak suka). Meningkatnya nilai aroma pada P3 hingga P5 menunjukkan bahwa penambahan tepung talas dan tepung terigu, berpengaruh pada aroma yang disukai oleh panelis. Peningkatan tersebut diduga karena perpaduan aroma pada setiap bahan. Tepung terigu berkualitas baik memiliki aroma gandum yang netral, sehingga membantu menyeimbangkan aroma bahan lain. Umbi talas umumnya memiliki bau yang langu saat mentah dapat berubah menjadi aroma yang lebih harum dan khas setelah diolah (Kusumaningrum *et al.*, 2022). Tepung talas yang melalui proses pengolahan memiliki aroma yang berbeda dibandingkan talas mentah. Bau langu atau apek pada talas segar akan berkurang setelah diolah menjadi tepung. Penelitian Lestari & Susilawati (2015) menyebutkan bahwa tepung talas memiliki aroma yang lebih khas yang tajam dibandingkan terigu. Umbi talas memiliki senyawa volatil yang berperan dalam pembentukan aroma setelah melalui proses pengolahan. Berdasarkan penelitian Ajarayasiri & Chaiseri, (2008) hasil analisis menggunakan GC-MS pada talas yang telah dipanaskan menunjukkan adanya beberapa senyawa volatil, seperti golongan alkohol (misalnya 2,3-butanediol, 1,2-propanediol, dan 1-pentanol), asam asetat, serta senyawa hidrokarbon. Senyawa-senyawa tersebut terbentuk akibat degradasi lipid dan karbohidrat selama proses pemanasan. Senyawa-senyawa tersebut memiliki aroma yang khas, namun jika digunakan dalam jumlah yang tepat, aroma khas tersebut dapat diterima dan disukai oleh panelis.

### **Rasa**

Hasil uji hedonik menunjukkan bahwa perlakuan substitusi tepung terigu dengan tepung talas mempengaruhi tingkat kesukaan panelis terhadap rasa *flakes* kelor. Berdasarkan Tabel 2, nilai rata-rata penilaian rasa berkisar antara 3,47 hingga 3,87. Nilai tertinggi terdapat pada perlakuan P2 (75% terigu : 25% talas) yaitu 3,87 (agak suka), sedangkan nilai terendah terdapat pada P4 (25% terigu : 75% talas) sebesar 3,47 (netral). Perbedaan ini menunjukkan bahwa jumlah penambahan tepung talas mempengaruhi cita rasa akhir produk. Tepung talas memiliki *aftertaste* khas umbi yang mulai terasa kuat pada perlakuan dengan konsentrasi tinggi, sehingga cenderung mengurangi tingkat kesukaan panelis terhadap rasa *flakes*. Hal ini terlihat pada P4 dan P5 yang memiliki nilai lebih rendah dibandingkan P2 dan P3. Senyawa kimia dalam umbi talas juga berperan dalam membentuk rasa. Analisis fitokimia menunjukkan bahwa talas mengandung senyawa bioaktif seperti flavonoid, saponin, tanin, dan fenol (Purwaningsih *et al.*, 2020; Winarti, 2020). Selain berfungsi sebagai antioksidan, senyawa-senyawa tersebut juga mempengaruhi rasa, memberikan sensasi manis dan gurih pada produk (Kusumaningrum *et al.*, 2022). Pada saat pengolahan, senyawa tersebut dapat berinteraksi dan menghasilkan rasa yang lebih seimbang. Oleh karena itu, perlakuan P2 dinilai memberikan keseimbangan rasa terbaik, karena penambahan tepung talas dalam jumlah sedang masih dapat diterima panelis tanpa mengganggu cita rasa utama. Kombinasi tepung terigu yang netral dengan tepung talas pada proporsi ini menghasilkan rasa yang lebih ringan dan disukai oleh konsumen.

### **Tekstur**

Hasil uji hedonik menunjukkan bahwa substitusi tepung talas dan tepung terigu, memberikan pengaruh yang dapat diamati, namun secara umum masih berada dalam kategori "agak suka" hingga "suka". Tabel 2 menunjukkan bahwa nilai rata-rata uji hedonik tekstur *flakes* kelor berkisar antara 3,67 hingga 4,23. Nilai tertinggi terdapat pada perlakuan P3 (50% terigu : 50% talas) sebesar 4,23,

sedangkan nilai terendah terdapat pada P4 (25% : 75%) sebesar 3,67. Nilai yang tinggi pada P3 menunjukkan bahwa kombinasi tepung terigu dan tepung talas dalam jumlah seimbang mampu menghasilkan tekstur yang paling disukai panelis. Tekstur ini dinilai cukup mirip dengan *flakes* konvensional berbahan terigu, yaitu renyah, ringan, dan mudah dikunyah. Sebaliknya, penurunan skor tekstur pada perlakuan P4 dan sedikit lebih tinggi pada P5 kemungkinan disebabkan oleh dominasi tepung talas, yang cenderung menghasilkan tekstur lebih padat atau agak kasar, tidak serenyah formulasi dengan kadar terigu lebih tinggi. Diduga hal tersebut dipengaruhi oleh komposisi pati, terutama perbandingan amilosa dan amilopektin. Tepung talas memiliki amilopektin yang cukup tinggi, sekitar 56-60% dari total pati, dengan amilosa yang lebih rendah, yaitu 14-20%. Kandungan amilopektin yang tinggi membantu membentuk tekstur renyah karena mendukung proses pengembangan produk saat pemanasan. Semakin tinggi suhu dan lama pengeringan, amilopektin semakin tinggi karena penurunan kadar air yang menekan degradasi pati (Mouliya et al., 2025).

### **Penerimaan Keseluruhan**

Hasil uji hedonik menunjukkan bahwa perlakuan substitusi tepung terigu dengan tepung talas mempengaruhi tingkat kesukaan panelis terhadap penerimaan keseluruhan *flakes* kelor. Tabel 2 menunjukkan nilai rata-rata hasil uji hedonik penerimaan keseluruhan berkisar antara 3,50 hingga 4,30. Nilai tertinggi terdapat pada perlakuan P3 (50% terigu : 50% talas) yaitu sebesar 4,30 (agak suka), yang tidak berbeda nyata dengan P5 (0% : 100%) yaitu 3,90, serta perlakuan P4 (25% : 75%) sebesar 3,77. Sementara itu, nilai terendah terdapat pada P1 (100% terigu : 0%) sebesar 3,50, yang meskipun terendah, masih berada dalam kategori netral-agak suka. Hasil ini menunjukkan bahwa penambahan tepung talas pada berbagai tingkat substitusi tidak menurunkan daya terima panelis secara signifikan. Penilaian keseluruhan ini dipengaruhi oleh kombinasi atribut warna, aroma, tekstur, dan rasa yang dinilai cukup seimbang pada perlakuan P3. Komposisi 50:50 antara terigu dan talas dinilai mampu menghasilkan produk dengan karakteristik fisik dan sensoris yang harmonis, sehingga paling disukai secara keseluruhan oleh panelis. Secara umum, penggunaan tepung talas dalam formulasi *flakes*, terutama pada tingkat 50%, dapat diterima dengan baik oleh konsumen, dan berpotensi menjadi alternatif bahan pangan lokal yang fungsional dan diminati pasar.

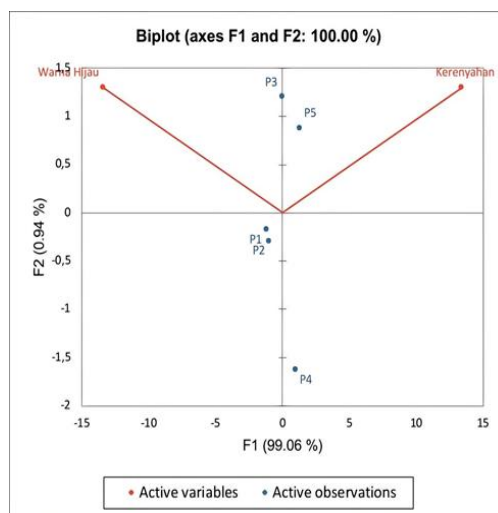
### **Intensitas Flakes Talas**

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan diperoleh hasil analisis karakteristik sensoris yaitu pengujian hedonik dan intensitas dari *flakes* kelor dengan perbandingan terigu dan tepung talas. Hasil uji intensitas dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji Intensitas *Flakes* Kelor

<b>Perlakuan (Perbandingan terigu dan tepung talas)</b>	<b>Kerenyahan</b>	<b>Warna Hijau</b>
P1 (100%: 0%)	3,23±1,17	3,73±1,28
P2 (75%: 25%)	3,33±0,96	3,60±1,07
P3 (50%: 50%)	3,83±0,87	3,17±0,95
P4 (25%: 75%)	4,17±0,75	2,47±1,01
P5 (0%: 100%)	4,43±0,68	2,43±1,01

Keterangan skala intensitas: Kerenyahan = 1 (kurang renyah) - 5 (sangat renyah); Warna hijau = 1 (kurang hijau) - 5 (sangat hijau).



Gambar 2. Biplot PCA intensitas sensoris *flakes* kelor

Berdasarkan hasil uji intensitas sensoris menunjukkan bahwa tingkat kerenyahan dan intensitas warna hijau pada *flakes* kelor dipengaruhi oleh proporsi substitusi tepung talas terhadap tepung terigu. Berdasarkan Tabel 3, nilai intensitas kerenyahan tertinggi terdapat pada perlakuan p5 (0% terigu : 100% talas) dengan skor 4,43, yang berarti panelis sangat menyukai kerenyahan *flakes* yang dihasilkan. Semakin tinggi persentase tepung talas, maka nilai kerenyahan juga meningkat, dari 3,23 pada P1 (100% terigu) menjadi 4,43 pada P5. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan tepung talas secara penuh mampu menghasilkan tekstur yang lebih ringan dan garing, yang merupakan karakteristik penting dalam produk *flakes*. Peningkatan kerenyahan ini kemungkinan besar disebabkan oleh kandungan serat dan struktur fisik tepung talas yang membentuk matriks lebih rapuh dan mudah patah setelah proses pemanggangan, seperti yang dijelaskan oleh Wulandari *et al.*, (2017), bahwa substitusi bahan dengan karakter serat tinggi dapat meningkatkan kerenyahan produk kering seperti *flakes*.

Sebaliknya pada hasil uji intensitas warna hijau menunjukkan tren yang berbanding terbalik dengan kerenyahan. Nilai tertinggi pada P1(100% terigu) dengan skor 3,73, sedangkan nilai terendah ada pada P5 (100% talas) yaitu 2,43. Semakin tinggi penggunaan tepung talas, intensitas warna hijau pada *flakes* justru menurun. Penurunan ini disebabkan oleh interaksi warna alami tepung talas yang cenderung pucat dengan pigmen klorofil dari daun kelor, yang mungkin mengalami degradasi pada saat proses pemanggangan. Menurut Majid *et al.* (2017), kandungan klorofil pada daun kelor sangat rentan terhadap suhu tinggi, sehingga dapat mengalami perubahan warna menjadi coklat atau kusam akibat reaksi oksidasi dan degradasi termal. Warna *flakes* juga sangat dipengaruhi oleh proses Maillard, yaitu reaksi antara gula pereduksi dan protein selama pemanggangan, yang memberikan warna kecoklatan dan dapat menutupi warna hijau alami daun kelor (Gunaivi *et al.*, 2018). Dengan demikian, dapat diduga bahwa penggunaan tepung talas dalam proporsi tinggi meningkatkan kerenyahan namun cenderung menurunkan intensitas warna hijau pada *flakes* kelor. Hal ini menjadi pertimbangan penting dalam menentukan formulasi optimal, karena baik kerenyahan maupun tampilan visual (warna) merupakan atribut sensoris utama yang mempengaruhi penerimaan konsumen terhadap produk *flakes*.

### Karakteristik Fisik

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan diperoleh hasil analisis karakteristik fisik dari *flakes* kelor dengan perbandingan terigu dan tepung talas. Hasil analisis karakteristik fisik dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Analisis Fisik *Flakes* Kelor

Perlakuan (Perbandingan terigu dan tepung talas)	Hardness (N)	Ketahanan Kerenyahan dalam Susu	Warna			
			L*	a*	b*	Kategori
P1 (100%:0%)	17,54±0,71a	> 10 Menit	48,5	7,6	13,4	Light Wood
P2 (75%:25%)	13,72±0,56b	> 10 Menit	51,1	3,4	14,7	Light Wood
P3 (50%:50%)	9,16±0,31c	> 10 Menit	60,2	1,8	16,0	Sandrift Brown
P4 (25%:75%)	7,21±0,48d	> 10 Menit	61,3	1,9	15,4	Sandrift Brown
P5 (0%:100%)	6,34±0,96d	> 10 Menit	62,3	0,9	17,4	Sandrift Brown

### **Kekerasan (Hardness)**

Kekerasan (*hardness*) merupakan parameter fisik penting dalam penilaian mutu tekstur produk pangan kering seperti *flakes*, karena mencerminkan kemampuan produk dalam menahan gaya tekan yang berkaitan langsung dengan sensasi kerenyahan saat dikonsumsi. Nilai kekerasan yang tinggi umumnya menunjukkan struktur matriks yang lebih padat dan kompak, sedangkan nilai kekerasan yang lebih rendah mengindikasikan struktur yang lebih rapuh atau mudah patah (Leiva-Castro *et al.*, 2025).

Berdasarkan hasil pengujian fisik pada Tabel 4, *flakes* kelor menunjukkan perbedaan nilai kekerasan yang signifikan ( $P < 0,05$ ) antar perlakuan. Perlakuan P1 menghasilkan nilai kekerasan tertinggi sebesar (17,54), sedangkan peningkatan tingkat substitusi tepung talas kimpul menyebabkan penurunan nilai kekerasan secara bertahap pada P2 (13,72 ± 0,56 b), P3 (9,16 ± 0,31 c), P4 (7,21 ± 0,48 d), hingga P5 (6,34 ± 0,96 d). Penurunan nilai *hardness* ini menunjukkan bahwa variasi jenis dan proporsi bahan baku berpengaruh signifikan ( $P < 0,05$ ) terhadap kekompakan struktur *flakes*. Penurunan kekerasan pada *flakes* dengan tingkat substitusi yang lebih tinggi diduga berkaitan dengan karakteristik tepung talas kimpul dan daun kelor yang memiliki kandungan serat relatif tinggi serta protein yang tidak membentuk jaringan elastis seperti gluten. Umbi talas mengandung serat sebesar 12,75 g, lebih tinggi dibandingkan serat pada terigu, yaitu 2-4 g (Nurilmala *et al.*, 2024; Shewry *et al.*, 2024). Kandungan serat yang tinggi dapat mengganggu kontinuitas matriks pati-protein sehingga ikatan antarpartikel menjadi lebih lemah, yang pada akhirnya menurunkan nilai kekerasan produk akhir. Hasil ini sejalan dengan penelitian Kumalasari & Budiati (2024) yang melaporkan bahwa peningkatan kadar serat pada formulasi *flakes* berbasis sereal menyebabkan penurunan nilai *hardness* akibat perubahan struktur fisik dan porositas produk.

Selain itu, Leiva-Castro *et al.* (2025) juga melaporkan bahwa variasi kandungan protein dan serat pada *flakes* cereal berpengaruh signifikan terhadap sifat mikrostruktur dan nilai kekerasan. Bahan dengan kandungan protein rendah atau protein non-gluten cenderung menghasilkan struktur yang kurang kompak, sehingga produk menjadi lebih mudah patah saat diberi tekanan. Temuan tersebut mendukung hasil penelitian ini, di mana peningkatan substitusi tepung talas kimpul menyebabkan penurunan kekerasan *flakes* kelor. Meskipun demikian, seluruh nilai kekerasan *flakes* kelor pada perlakuan P2 hingga P5 masih berada dalam rentang yang dapat diterima secara sensoris. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun terjadi penurunan *hardness*, *flakes* kelor tetap mempertahankan karakteristik tekstur yang renyah dan tidak menunjukkan sifat lembek atau lunak. Kondisi ini sesuai dengan persyaratan mutu tekstur produk *flakes* berdasarkan SNI 01-4270-1996 (BSN, 1996), sehingga *flakes* kelor hasil substitusi tepung talas kimpul masih layak sebagai produk sereal sarapan.

### **Ketahanan Kerenyahan dalam Susu**

Ketahanan kerenyahan dalam susu merupakan salah satu parameter penting dalam penilaian mutu *flakes*, karena berkaitan langsung dengan kenyamanan saat dikonsumsi sebagai sereal sarapan.

*Flakes* yang berkualitas seharusnya tidak cepat menjadi lembek ketika direndam dalam susu, karena perubahan tekstur yang terlalu cepat dapat menurunkan tingkat kesukaan dan penerimaan konsumen. Menurut Umiyati *et al.* (2025), ketahanan terhadap cairan, khususnya susu, menjadi indikator penting stabilitas tekstur pada produk *flakes*.

Berdasarkan data pada Tabel 3, seluruh perlakuan *flakes* kelor, baik P1 (100% terigu) hingga P5 (100% tepung talas kimpul), menunjukkan ketahanan kerenyahan dalam susu lebih dari 10 menit. Hasil ini menunjukkan bahwa semua formulasi *flakes* mampu mempertahankan tekstur renyah dalam waktu yang relatif lama meskipun terdapat perbedaan komposisi bahan baku. Ketahanan kerenyahan yang lebih dari 10 menit ini mengindikasikan bahwa *flakes* tidak langsung mengalami pelunakan saat kontak dengan susu, sehingga masih layak dikonsumsi sebagai sereal sarapan (Umiyati *et al.*, 2025). Jika dikaitkan dengan nilai kekerasan (*hardness*), terlihat adanya kecenderungan penurunan nilai kekerasan seiring dengan meningkatnya proporsi tepung talas kimpul. Nilai kekerasan tertinggi terdapat pada perlakuan P1 sebesar (17,54±0,71a), sedangkan nilai terendah terdapat pada perlakuan P5 sebesar (6,34±0,96d). Meskipun demikian, penurunan nilai kekerasan tersebut tidak diikuti oleh penurunan ketahanan kerenyahan dalam susu. Hal ini menunjukkan bahwa ketahanan dalam susu tidak hanya dipengaruhi oleh nilai kekerasan, tetapi juga oleh struktur internal *flakes*.

Stabilitas kerenyahan *flakes* dalam susu diduga berkaitan dengan struktur matriks dan pori-pori produk. *Flakes* dengan struktur yang cukup rapat dan pori-pori yang tidak terlalu terbuka dapat memperlambat penetrasi cairan ke dalam jaringan produk, sehingga proses pelunakan berlangsung lebih lambat. Selain itu, kandungan serat dari tepung talas kimpul dan daun kelor diduga turut berperan dalam menahan penyerapan susu, sehingga tekstur renyah masih dapat dipertahankan meskipun nilai kekerasan menurun. Dengan demikian, berdasarkan hasil uji ketahanan kerenyahan dalam susu, seluruh *flakes* kelor yang dihasilkan masih memenuhi karakteristik tekstur yang baik sebagai produk sereal sarapan. Hasil ini sejalan dengan standar mutu organoleptik produk kering (BSN, 1996), dimana *flakes* yang baik tidak menunjukkan tekstur lembek atau lunak dalam waktu singkat saat dikonsumsi bersama susu (SNI 01-4270-1996).

### **Warna ( $L^*$ , $a^*$ , dan $b^*$ )**

Warna merupakan salah satu parameter penting dalam evaluasi mutu visual *flakes* karena berperan besar dalam membentuk persepsi awal konsumen terhadap produk. Pada perlakuan P1 dan P2, diperoleh nilai  $L^*$  masing-masing sebesar 48,5 dan 51,1, nilai  $a^*$  sebesar 7,6 dan 3,4, serta nilai  $b^*$  sebesar 13,4 dan 14,7. Kombinasi nilai tersebut menunjukkan karakter warna kuning kemerahan hingga kecokelatan ringan, yang secara visual dapat diklasifikasikan sebagai *Light Wood*. Warna ini terbentuk akibat interaksi warna alami bahan baku dengan reaksi pencoklatan non-enzimatis yang berlangsung pada intensitas rendah selama proses pemanggangan. Reaksi Maillard yang terjadi antara gula pereduksi dan gugus amino protein berkontribusi terhadap pembentukan pigmen melanoidin berwarna cokelat kekuningan pada produk pangan berbasis pati (Liu *et al.*, 2020).

Nilai  $L^*$  pada perlakuan P3, P4, dan P5 mengalami peningkatan pada kisaran 60,2–62,3, sementara nilai  $a^*$  menurun menjadi 0,9–1,9. Perubahan tersebut menghasilkan warna kekuningan pucat hingga cokelat muda yang dapat dikategorikan sebagai *Sandrift Brown*. Peningkatan nilai  $L^*$  yang diikuti oleh penurunan nilai  $a^*$  menunjukkan bahwa semakin besar proporsi tepung talas yang digunakan, warna produk cenderung menjadi lebih cerah dan kurang kemerahan. Fenomena ini berkaitan dengan karakteristik warna dasar tepung talas yang relatif lebih terang dibandingkan tepung terigu, serta kandungan protein yang lebih rendah sehingga intensitas reaksi Maillard menjadi terbatas. Penelitian Dossa *et al.* (2025) melaporkan bahwa substitusi terigu dengan tepung talas pada produk biskuit menyebabkan perubahan nyata pada nilai  $L^*$ ,  $a^*$ , dan  $b^*$ , yang menunjukkan adanya pergeseran warna permukaan produk seiring peningkatan proporsi tepung talas.

Peningkatan proporsi tepung talas juga memengaruhi mekanisme pencoklatan non-enzimatis selama pemrosesan termal. Tepung talas memiliki kandungan pati dan gula pereduksi yang cukup reaktif terhadap suhu tinggi, sehingga masih memungkinkan terjadinya pembentukan senyawa

melanoidin selama pemanggangan, meskipun dengan intensitas yang berbeda dibandingkan *flakes* berbasis terigu. Hasil serupa juga dilaporkan oleh Zhang *et al.* (2022), yang menyatakan bahwa penambahan tepung talas dalam campuran tepung terigu berpengaruh signifikan terhadap nilai warna produk, khususnya penurunan nilai  $a^*$  dan perubahan nilai  $L^*$  pada produk akhir.

### Karakteristik Kimia

*Flakes* kelor yang memiliki karakteristik sensoris paling disukai adalah perlakuan P3 (50% terigu : 50% tepung talas). Selanjutnya, dilakukan uji karakteristik kimia pada *flakes* kelor dengan perlakuan P3 (50% terigu : 50% tepung talas) dan *flakes* komersial yaitu P0 (100% terigu) untuk mengetahui pengaruh penggunaan tepung talas dan penambahan kelor terhadap kandungan nutrisi *flakes*. Hasil analisis kimia *flakes* dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Analisis Kimia *Flakes* Kelor

Kandungan Nutrisi	<i>Flakes</i> Kelor	<i>Flakes</i> Terigu
Kadar Air (%)	5,23±0,22a	4,22±0,19a
Kadar Abu (%)	2,44±0,09b	4,33±0,08a
Protein (%)	8,10±0,19a	7,20±0,28b
Lemak (%)	14,42±0,32a	15,80±0,54a
Karbohidrat (%)	69,81±0,37a	68,44±0,01a
Kalori (Kkal)	441,38±2,13a	444,78±3,77a
Antioksidan (%)	16,57±0,20b	41,02±0,34a

Keterangan: *Flakes* terigu = (100% terigu + 0% kelor); *Flakes* kelor = (50% terigu : 50% tepung talas + 5% kelor)

### Kadar Air

Hasil T-test menunjukkan bahwa perbandingan terigu dan talas serta penambahan kelor berpengaruh tidak nyata ( $P > 0,05$ ) terhadap kadar air pada *flakes* yang dihasilkan. Berdasarkan Tabel 5, *flakes* terigu memiliki kadar air lebih tinggi yaitu 5,23%, sedangkan *flakes* kelor memiliki kadar air lebih rendah yaitu 4,22%. Hal tersebut mengindikasikan bahwa substitusi tepung talas dan penambahan kelor menurunkan kadar air pada *flakes* namun tidak signifikan. Kadar air suatu bahan berkaitan erat dengan kandungan patinya. Bahan baku yang mengandung pati tinggi umumnya memiliki daya serap air yang tinggi karena tepung tersebut mengandung banyak gugus hidroksil yang bersifat hidrofilik (Rosida *et al.*, 2020). Hasil penelitian (Suharti *et al.*, 2019) menyatakan bahwa kadar pati tepung talas kimpul berkisar antara 62,73% - 76,98%. Selain itu, Pramono (2021) melaporkan bahwa terigu memiliki kadar pati sekitar 65% - 70%. Tepung talas memiliki kandungan pati lebih tinggi dibandingkan terigu, namun terigu mengandung gluten yang berperan juga dalam mengikat air. Selama proses pemanggangan *flakes*, karena tepung talas tidak mengandung gluten maka air yang terserap tidak terikat kuat sehingga terjadi penguapan lebih cepat dan menghasilkan *flakes* yang lebih renyah (Himedia *et al.*, 2014). Sedangkan, gluten dalam terigu membentuk jaringan elastis yang mampu menahan air lebih lama. Menurut Bodor *et al.* (2024) menyatakan bahwa tepung dengan kandungan protein rendah umumnya memiliki kadar air yang lebih rendah setelah proses pengeringan. Berdasarkan SNI 1-4270-1996 (BSN, 1996), *flakes* maksimal memiliki 3% kadar air, sehingga *flakes* kelor belum memenuhi syarat mutu SNI. Perlu dilakukan optimasi proses pengeringan atau modifikasi formulasi lebih lanjut untuk mencapai kadar air sesuai standar SNI. Meskipun perbandingan tepung terigu dan tepung talas tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap kadar air secara statistik, kombinasi bahan dan proses pengolahan tetap mempengaruhi kadar air akhir yang sangat penting dalam menentukan kualitas fisik dan daya simpan produk *flakes*.

### Kadar Abu

Hasil T-test menunjukkan bahwa perbandingan terigu dan talas serta penambahan kelor berpengaruh nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap kadar abu pada *flakes* yang dihasilkan. Berdasarkan Tabel 5,

*flakes* kelor memiliki kadar abu lebih tinggi yaitu 4,33%, sedangkan *flakes* terigu memiliki kadar abu lebih rendah yaitu 2,44%. Hal tersebut mengindikasikan bahwa substitusi tepung talas dan penambahan kelor secara signifikan dapat meningkatkan kadar abu pada *flakes*. Hasil tersebut sesuai dengan karakteristik bahan baku yang digunakan, yaitu tepung talas yang memiliki kadar abu lebih tinggi dibandingkan terigu. Selaras dengan hasil penelitian Dewi *et al.* (2018) bahwa tepung talas kimpul memiliki kadar abu sebesar 9,13%, sedangkan hasil penelitian lain melaporkan bahwa terigu memiliki kadar abu sebesar 0,46 - 0,63% (Pangestuti & Darmawan, 2021). Maka dari itu, substitusi tepung talas dapat meningkatkan kadar abu dari *flakes* yang dihasilkan. Hasil serupa diperoleh Lestari & Maharani (2017) bahwa kenaikan kadar abu roti tawar sejalan dengan kenaikan jumlah tepung talas yang ditambahkan. Berdasarkan SNI 1-4270-1996, *flakes* maksimal memiliki 4% kadar abu, sehingga *flakes* kelor telah memenuhi syarat mutu SNI (BSN, 1996).

### **Protein**

Hasil T-*test* menunjukkan bahwa perbandingan terigu dan talas serta penambahan kelor berpengaruh nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap kandungan protein pada *flakes* yang dihasilkan. Berdasarkan Tabel 5, *flakes* terigu memiliki kandungan protein lebih tinggi yaitu 8,10%, sedangkan *flakes* kelor memiliki kandungan protein lebih rendah yaitu 7,20%. Hal tersebut mengindikasikan bahwa substitusi tepung talas dan penambahan kelor secara signifikan menurunkan kandungan protein pada *flakes*. Hasil tersebut sesuai dengan karakteristik bahan baku yang digunakan, yaitu terigu yang memiliki kandungan protein lebih tinggi dibandingkan tepung talas. Selaras dengan hasil penelitian Auliah (2012) bahwa terigu mengandung protein sebesar 12%, sedangkan hasil penelitian lain melaporkan bahwa tepung talas kimpul mengandung protein sebesar 6,55% (Dewi *et al.*, 2018). Rendahnya protein pada *flakes* kelor terjadi akibat substitusi tepung talas yang menyebabkan kandungan protein pada adonan lebih rendah, sehingga berdampak pada penurunan kandungan protein pada *flakes* kelor yang dihasilkan. Hasil serupa diperoleh Lestari & Maharani (2017) bahwa kadar protein roti tawar makin menurun sebanding dengan banyaknya tepung talas yang ditambahkan. Berdasarkan SNI 1-4270-1996, *flakes* minimum mengandung 5% protein, sehingga *flakes* kelor telah memenuhi syarat mutu SNI (BSN, 1996).

### **Lemak**

Hasil T-*test* menunjukkan bahwa perbandingan terigu dan talas serta penambahan kelor berpengaruh tidak nyata ( $P > 0,05$ ) terhadap kandungan lemak pada *flakes* yang dihasilkan. Berdasarkan Tabel 5, *flakes* kelor memiliki kandungan lemak lebih tinggi yaitu 15,80%, sedangkan *flakes* terigu memiliki kandungan lemak lebih rendah yaitu 14,42%. Hal tersebut mengindikasikan bahwa substitusi tepung talas dan penambahan kelor dapat meningkatkan kandungan lemak pada *flakes* namun tidak signifikan. Hasil tersebut sesuai dengan karakteristik bahan baku yang digunakan, yaitu tepung talas yang memiliki kandungan lemak lebih tinggi dibandingkan terigu. Selaras dengan hasil penelitian Dewi *et al.* (2018) bahwa tepung talas kimpul mengandung lemak sebesar 2,62%, sedangkan penelitian lain melaporkan bahwa terigu mengandung lemak sebesar 1,4% (Auliah, 2012). Adanya peningkatan kandungan lemak hingga menjadi *flakes* diakibatkan oleh penggunaan bahan tambahan seperti margarin. Margarin merupakan bahan berbasis lemak yang mengandung sekitar 80% lemak, maksimal 18% air, dan bahan lainnya (Ginting *et al.*, 2019). Sehingga berpengaruh terhadap peningkatan kandungan lemak pada *flakes* yang dihasilkan. Berdasarkan SNI 1-4270-1996, *flakes* minimum mengandung 7% lemak, sehingga *flakes* kelor telah memenuhi syarat mutu SNI (BSN, 1996).

### **Karbohidrat**

Hasil T-*test* menunjukkan bahwa perbandingan terigu dan talas serta penambahan kelor berpengaruh tidak nyata ( $P > 0,05$ ) terhadap kandungan karbohidrat pada *flakes* yang dihasilkan. Berdasarkan Tabel 5, *flakes* terigu memiliki kandungan karbohidrat lebih tinggi yaitu 69,81%, sedangkan *flakes* kelor memiliki kandungan karbohidrat lebih rendah yaitu 68,44%. Hal tersebut

mengindikasikan bahwa substitusi tepung talas dan penambahan kelor dapat menurunkan kandungan karbohidrat pada *flakes* namun tidak signifikan. Hasil tersebut sesuai dengan karakteristik bahan baku yang digunakan, yaitu terigu yang memiliki kandungan lemak lebih tinggi dibandingkan tepung talas. Selaras dengan hasil penelitian Auliah (2012) bahwa terigu mengandung karbohidrat sebesar 73%, sedangkan hasil penelitian lain melaporkan bahwa tepung talas kimpul mengandung karbohidrat sebesar 68,90% (Dewi *et al.*, 2018) Hasil serupa diperoleh Ligo *et al.* (2017) bahwa semakin banyak tepung talas kimpul yang disubstitusikan pada roti maka semakin menurun kandungan karbohidrat yang dihasilkan. Berdasarkan SNI 1-4270-1996, *flakes* minimum memiliki 60% kandungan karbohidrat, sehingga *flakes* kelor telah memenuhi syarat mutu SNI (BSN, 1996).

### **Kalori**

Hasil T-*test* menunjukkan bahwa perbandingan terigu dan talas serta penambahan kelor berpengaruh tidak nyata ( $P>0,05$ ) terhadap kalori pada *flakes* yang dihasilkan. Berdasarkan Tabel 5, *flakes* kelor memiliki kalori lebih tinggi yaitu 444,78 Kkal, sedangkan *flakes* terigu memiliki kalori lebih rendah yaitu 441,38 Kkal. Hal tersebut mengindikasikan bahwa substitusi tepung talas dan penambahan kelor dapat meningkatkan kalori pada *flakes* namun tidak signifikan. Total kalori suatu produk ditentukan berdasarkan kandungan karbohidrat, lemak, dan protein dari produk tersebut. Karbohidrat dan protein memberikan sumber energi yang dimana setiap gramnya menghasilkan 4 kalori, sedangkan lemak dapat menyediakan energi sekitar 2,25 kali lebih banyak dibandingkan dengan karbohidrat atau protein, dimana setiap gramnya menghasilkan 9 kalori (Mahmud, 2019). Berdasarkan hasil analisis kimia, *flakes* terigu menghasilkan kandungan protein dan karbohidrat lebih tinggi, sedangkan *flakes* talas menghasilkan kandungan lemak lebih tinggi. Karena lemak menghasilkan kalori lebih banyak yaitu 9 kalori setiap gramnya, sehingga *flakes* kelor menghasilkan kalori lebih tinggi dibandingkan *flakes* terigu. Hasil serupa diperoleh Rosida *et al.* (2022) bahwa semakin tinggi penambahan pati talas kimpul maka total kalori pada *snack bar* semakin meningkat.

### **Antioksidan**

Hasil T-*test* menunjukkan bahwa perbandingan terigu dan talas serta penambahan kelor berpengaruh nyata ( $P<0,05$ ) terhadap aktivitas antioksidan pada *flakes* yang dihasilkan. Berdasarkan Tabel 5, *flakes* kelor memiliki aktivitas antioksidan lebih tinggi yaitu 41,02%, sedangkan *flakes* terigu memiliki aktivitas antioksidan lebih rendah yaitu 16,57%. Hal tersebut mengindikasikan bahwa penambahan kelor secara signifikan meningkatkan aktivitas antioksidan pada *flakes*. Daun kelor telah banyak diteliti dan dilaporkan bahwa memiliki kandungan gizi dan kegunaan yang baik untuk bidang pangan dan kesehatan. Tekle *et al.* (2015) melaporkan bahwa ekstrak etanol daun kelor dengan metode DPPH mengandung aktivitas antioksidan sebesar 94%. Daun kelor mengandung senyawa antioksidan seperti beta karoten dan flavonoid. Beta karoten diketahui dapat membantu mengurangi risiko terkena penyakit jantung dan kanker (Kusbandari & Susanti, 2017). Flavonoid utama yang terdapat pada *Moringa oleifera* adalah kuersetin, yang memiliki berbagai bioaktivitas seperti antioksidan, antiinflamasi, antiviral, antibakterial, antikarsinogenik, liver-protecting, dan antiplatelet. Kuersetin juga berperan dalam menghambat enzim pengubah angiotensin, membantu melebarkan pembuluh darah, serta menurunkan tingkat stress oksidatif (Grande *et al.*, 2016). Hasil serupa diperoleh (La'bi *et al.*, 2025) bahwa semakin banyak penambahan tepung kelor, maka semakin tinggi kadar antioksidan yang dihasilkan. Hal tersebut menunjukkan bahwa *flakes* kelor berpotensi sebagai pangan fungsional.

### **KESIMPULAN**

*Flakes* kelor dengan formulasi P3 (50% terigu : 50% tepung talas) merupakan perlakuan terbaik yang menghasilkan karakteristik sensoris yaitu uji hedonik meliputi warna (4,03), aroma (4,17), rasa (3,83), tekstur (4,23), dan penerimaan keseluruhan (4,30) dengan kategori agak suka, karakteristik fisik yaitu kekerasan 9,16 N, ketahanan kerenyahan dalam susu > 10 menit, dan

karakteristik warna  $L^*$  60,2;  $a^*$  1,8;  $b^*$  16,0 dengan kategori *Sandrift Brown*. Perbandingan *flakes* kelor terbaik dengan *flakes* komersial berpengaruh nyata terhadap kadar abu, protein, dan aktivitas antioksidan. Namun, tidak berpengaruh nyata terhadap kadar air, lemak, karbohidrat, dan kalori. *Flakes* kelor dengan formulasi P3 (50% terigu : 50% tepung talas) menghasilkan karakteristik kimia yaitu kadar air 4,22%, kadar abu 4,33%, protein 7,20%, lemak 15,80%, karbohidrat 68,44%, kalori 444,78%, dan aktivitas antioksidan 41,02%.

## **PERNYATAAN**

### **Kontribusi Penulis**

Semua penulis berkontribusi secara setara sebagai penulis utama dalam naskah ini. Semua penulis telah membaca dan menyetujui versi akhir artikel ini.

### **Pendanaan**

Penelitian ini tidak menerima pendanaan khusus dari lembaga pendanaan mana pun, baik yang bersifat publik, komersial, maupun nirlaba.

### **Konflik Kepentingan**

Para penulis menyatakan bahwa mereka tidak memiliki kepentingan finansial atau hubungan pribadi yang bertentangan yang dapat memengaruhi isi atau hasil penelitian ini.

### **Informasi Tambahan**

Izin pencetakan ulang dan reproduksi: Rincian lengkap tersedia di situs web [Pro Food](https://doi.org/10.1093/9780197610145.001.0001). Catatan penerbit: Penerbit tetap bersikap netral terkait klaim yurisdiksi dalam peta yang diterbitkan serta afiliasi institusional para penulis.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Ajarayasiri, J., & Chaiseri, S. (2008). Aroma active compounds of Thai taro (*Colocasia esculenta* L.). *Food Innovation Asia Conference 2008*.
- AOAC International, Official Methods of Analysis of AOAC INTERNATIONAL, 22nd ed. Oxford University Press, 2023. doi: <https://doi.org/10.1093/9780197610145.001.0001>.
- Auliah, A. (2012). Formulasi Kombinasi Tepung Sagu dan Jagung pada Pembuatan Mie Jurnal Chemica Vol. 13 Nomor 2 Desember. *Jurnal Chemica*, 13(2), 33–38.
- Bodor, K., Szilágyi, J., Salamon, B., Szakács, O., & Bodor, Z. (2024). Physical–chemical analysis of different types of flours available in the Romanian market. *Scientific Reports*, 14(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-023-49535-x>.
- BSN. (1996). Syarat mutu susu sereal SNI 01-4270-1996. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- Dewi, D. N. K. D., Damiati, & Marsiti, C. I. R. (2018). Substitusi Tepung Talas Kimpul Menjadi Kue Kering Sagon. *Jurnal Bosaparis: Pendidikan Kesejahteraan Keluarga*, 9(2).
- Dewi, K. M. K., Wiadnyani, A. A. I. S., & Puspawati, G. A. K. D. (2023). Karakteristik dan Potensi Pangan Fungsional *Flakes* dengan Perbandingan Tepung Keladi Alami (*Xanthosoma sagittifolium*) dan Termodifikasi Heat Moisture Treatment (HMT). *Itepa: Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pangan*, 12(4), 2023–2882.

- Dossa, S., Neagu, C., Lalescu, D., Negrea, M., Stoin, D., Jianu, C., ... & Alexa, E. (2025). Evaluation of the Nutritional, Rheological, Functional, and Sensory Properties of Cookies Enriched with Taro (*Colocasia esculenta*) Flour as a Partial Substitute for Wheat Flour. *Foods*, *14*(20), 3526.
- Ginting, M., Kaban, J., Sihotang, H., & Tobing, H. (2019). Pengaruh Suhu Interesterifikasi RBDPO/RBDPS Terhadap Komposisi Trigliserida dan Nilai Kandungan Lemak Padat dalam Pembuatan Lemak Margarin. *Talenta Conference Series: Science and Technology (ST)*, *2*(1), 15–21. <https://doi.org/10.32734/st.v2i1.306>.
- Gonzalez, J. D. T., Gallo, R. T., Correa, D. A., Gallo-Garcia, L. A., & Castillo, P. M. (2018). Instrumental assessment of textural parameters of Colombian lemon biscuits. *Contemporary Engineering Sciences*, *11*(22), 1085–1102. <https://doi.org/10.12988/ces.2018.8391>.
- Grande, F., Parisi, O. I., Mordocco, R. A., Rocca, C., Puoci, F., Scrivano, L., Quintieri, A. M., Cantafio, P., Ferla, S., Brancale, A., Saturnino, C., Cerra, M. C., Sinicropi, M. S., & Angelone, T. (2016). Quercetin derivatives as novel antihypertensive agents: Synthesis and physiological characterization. *European Journal of Pharmaceutical Sciences*, *82*, 161–170. <https://doi.org/10.1016/j.ejps.2015.11.021>.
- Gunaivi, R., Lubis, Y. M., & Aisyah, Y. (2018). Pembuatan mie kering dari tepung talas (*Xanthosoma Sagittifolium*) dengan penambahan karagenan dan telur. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian Unsyiah*, *3*(1), 388–400.
- Himeda, M., Njintang Yanou, N., Fombang, E., Facho, B., Kitissou, P., Mbofung, C. M. F., & Scher, J. (2014). Chemical composition, functional and sensory characteristics of wheat-taro composite flours and biscuits. *Journal of Food Science and Technology*, *51*(9), 1893–1901. <https://doi.org/10.1007/s13197-012-0723-y>.
- Iskandar, H., Patang, & Kadirman. (2018). Pengolahan Talas (*Colocasia Esculenta* L., Schott) Menjadi Keripik Menggunakan Alat Vacuum Frying Dengan Variasi Waktu. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*, *4*, 29–42.
- Khairunnisa, Harun, N., & Rahmayuni. (2018). Pemanfaatan Tepung Talas dan Tepung Kacang Hijau Dalam Pembuatan *Flakes*. *Sagu*, *17*(1), 19–28.
- Kumalasari, I. D., & Budiati, R. (2024). Analisis Sifat Fisiko-Kimia, Mikrobiologi, Dan Organoleptik *Flakes* Berbahan Dasar Tepung Sorgum (*Sorghum bicolor* L. Moench) Dan Tepung Kacang Kedelai (*Glycine max.* L). *JST (Jurnal Sains Dan Teknologi)*, *13*(1), 99–109. <https://doi.org/10.23887/jstundiksha.v13i1.69487>.
- Kusbandari, A., & Susanti, H. (2017). Kandungan Beta Karoten dan Aktivitas Penangkapan Radikal Bebas Terhadap DPPH (1,1-difenil 2-pikrilhidrazil) Ekstrak Buah Blewah (*Cucumis melo* var. *Cantalupensis* L) Secara Spektrofotometri UV-Visible. *Journal of Pharmaceutical Sciences and Community*, *14*(1), 37–42. <https://doi.org/10.24071/jpsc.141562>.
- Kusumaningrum, I., Hapsari, D. R., & Anjani, T. A. (2022). Formulasi Perkedel Instan dengan Bahan Dasar Tepung Umbi Talas dan Tepung Tempe sebagai Alternatif Pangan pada Saat Bencana Alam. *Jurnal Agroindustri Halal*, *8*(1), 64–74.

- La'bi, J. R., Rais, M., & Sukainah, A. (2025). Pengaruh Penambahan Tepung Daun Kelor (*Moringa oleifera*) pada Pembuatan Cookies Sagu. *JIMU: Jurnal Ilmiah Multi Disiplin*, 03(03).
- Lawless, H. T., & Heymann, H. (2010). *Sensory evaluation of food: principles and practices*. Springer Science & Business Media.
- Leiva-Castro, B., Mamani-Benavente, L., Elías-Peñañiel, C., Comettant-Rabanal, R., Silva-Paz, R., Olivera-Montenegro, L., & Paredes-Concepción, P. (2025). Andean Pseudocereal *Flakes* with Added Pea Protein Isolate and Banana Flour: Evaluation of Physical–Chemical, Microstructural, and Sensory Properties. *Foods*, 14(4). <https://doi.org/10.3390/foods14040620>.
- Lestari, A. D., & Maharani, S. (2017). Pengaruh Substitusi Tepung Talas Belitung (*Xanthosoma sagittifolium*) terhadap Karakteristik Fisika, Kimia dan Tingkat Kesukaan Konsumen pada Roti Tawar. *Edufortech*. <https://ejournal.upi.edu/index.php/edufortech/index>.
- Lestari, S., & Susilawati, P. N. (2015). Uji organoleptik mi basah berbahan dasar tepung talas beneng (*Xanthosoma undipes*) untuk meningkatkan nilai tambah bahan pangan lokal Banten. *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia*, 1(4), 941–946. <https://doi.org/10.13057/psnmbi/m010451>.
- Ligo, H., Kandou, J., & Mamujaja, C. (2017). Pengaruh Substitusi Tepung Kimpul (*Xanthosoma sagittifolium*) Dalam Pembuatan Roti. *Cocos*, 8(2).
- Liu, Y., Sun, Y., Yu, H., & Wang, J. (2020). Recent advances in Maillard reaction and its impact on food quality. *Food Chemistry*, 329, 127196. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127196>
- Mahmud. (2019). Gambaran Pengetahuan Ibu Tentang Zat Gizi, Tingkat Konsumsi dan Status Gizi Balita di Posyandu Asoka Puskesmas Tulehu Kecamatan Salahutu. *Global Health Science*, 4.
- Mahmudah, N. A., Amanto, B. S., & Widowati, E. (2017). Karakteristik fisik, kimia, dan sensoris *flakes* pisang kepok Samarinda (*Musa paradisiaca* Balbisiana) dengan substitusi pati garut. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 10(1), 32-40.
- Majid, F. R., Hidayat, N., & Waluyo. (2017). Variasi Penambahan Tepung Daun Kelor (*Moringa Oleifera* Lam.) pada Pembuatan *Flakes* Ditinjau dari Sifat Fisik, Sifat Organoleptik dan Kadar Kalsium. *Jurnal Nutrisia*, 19, 31–35.
- Moulia, M. N., Ummah, N., & Kumalasari, R. (2025). Karakteristik Fisikokimia Tepung Talas Belitung (*Xanthosoma sagittifolium*) Dipengaruhi oleh Suhu dan Lama Pengeringan. *Jurnal Teknotan*, 19(2), 109–114. <https://doi.org/10.24198/jt.vol19n2.5>.
- Nurilmala, F., Jannah, A., Palupi, E., Sonani, N., Mala, R., Nurdin, N. M., ... & Dewi, S. A. (2024). High-fiber and low-glycemic index egg-roll cookies made from non-itchy taro (*Colocasia esculenta* var. Febi521). *Journal of Agriculture and Food Research*, 18, 101308.
- Pangestuti, E. K., & Darmawan, P. (2021). Analisis Kadar Abu dalam Tepung Terigu dengan Metode Gravimetri Analysis of Ash Contents in Wheat Flour by The Gravimetric Method. *Jurnal Kimia Dan Rekayasa*, 2(1), 16–21. <http://kireka.setiabudi.ac.id>.

- Papunas, M. E., Djarkasi, G. S. S., & Moningga, J. S. C. (2013). Karakteristik Fisikokimia Dan Sensoris *Flakes* Berbahan Baku Tepung Jagung (*Zea mays* L.), Tepung Pisang Goroho (*Musa acuminata*, sp) dan Tepung Kacang Hijau (*Phaseolus radiates*). *Cocos*, 3(5).
- Pramono, Y. B. (2021). Pengawasan Mutu Sistem First In First Out (FIFO) pada Tepung Terigu. UNDIP Press. Semarang.
- Purwaningsih, I., Yuanti, J., & Ratnawati, G. J. (2020). Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Umbi Talas (*Colocasia Esculenta* (L) Schott) Metode Dpph (2,2-Diphenyl-1-Picrylhydrazil). *Jurnal Laboratorium Khatulistiwa*, 4(1), 13–21.
- Ramdiana, R. F., Jannah, A., & Wibaningwati, D. B. (2020). Pengaruh Perlakuan Perendaman Terhadap Karakteristik Tepung Talas Bogor (*Colocasia esculenta* L. Schott) pada Klon yang Berbeda. *AGRISINTECH: Journal of Agribusiness and Agrotechnology*, 1(2).
- Rosida, D. F., Priyanto, A. D., & Ristanti, D. W. (2022). Kajian Penambahan Madu dan Pati Kimpul (*Xanthosoma sagittifolium*) pada Snack Bar Buah Kering dan Serealia. *Jurnal Keteknik Pertanian Tropis Dan Biosistem*, 10(3), 200–212. <https://doi.org/10.21776/ub.jkptb.2022.010.03.04>.
- Rosida, D. F., Putri, N. A., & Oktafiani, M. (2020). Karakteristik Cookies Tepung Kimpul Termodifikasi (*Xanthosoma sagittifolium*) dengan Penambahan Tapioka. *AGROINTEK*, 14(1), 45–56. <https://doi.org/10.21107/agrointek.v14i1.6309>.
- Santos, D., da Silva, J. A. L., Pinto, E., & Pintado, M. (2022). Breakfast cereal products consumption and consumer preferences: A study on dietary fibre content awareness. *Journal of Food Processing & Beverages*, 9(1), 1-9.
- Shah, P., & Modi, H. A. (2015). Comparative study of DPPH, ABTS and FRAP assays for determination of antioxidant activity. *Int. J. Res. Appl. Sci. Eng. Technol*, 3(6), 636-641.
- Shewry, P. R., Prins, A., Kosik, O., & Lovegrove, A. (2024). Challenges to increasing dietary fiber in white flour and bread. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 72(24), 13513-13522.
- Sofyan, A., & Az, N. E. H. (2019). Kadar Zat Besi (Fe) dan Daya Terima *Flakes* Talas (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) dengan Substitusi Bayam (*Amaranth* sp.). *Jurnal Gizi*, 8(2). <http://jurnal.unimus.ac.id>.
- Sudarmadji, S., Haryono, B., & Suhardi. (1997). *Prosedur analisa untuk bahan makanan dan pertanian*. Liberty.
- Suharti, S., Alamsyah, A., & Sulastri, Y. (2019). Pengaruh Lama Perendaman Dalam Larutan NaCl dan Lama Pengeringan Terhadap Mutu Tepung Talas Belitung (*Xanthosoma sagittifolium*). *Pro Food (Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pangan)*, 5(1), 402–412. <http://www.profood.unram.ac.id/index.php/profood>.
- Sukardi. 2015. Metodologi Penelitian Pendidikan. Jakarta. PT Bumi Aksara.
- Sukasih, E., & Setyadjit. (2012). Formulasi Pembuatan Flake Berbasis Talas Untuk Makanan Sarapan (Breakfast Meal) Energi Tinggi dengan Metode Oven. *J. Pascapanen*, 9(2), 70–76.

- Tattiyakul, J., Asavasaksakul, S., & Pradipasena, P. (2006). *Chemical and physical properties of flour extracted from taro (Colocasia esculenta (L.) Schott) grown in different regions of Thailand*. *ScienceAsia*, 32, 279–284.
- Tekle, E.W., Sahu, N.P. dan Makesh, N. 2015. Antioxidative and Antimicrobial Activities of Different Solvent Extracts of Moringa oleifera: an In Vitro Evaluation. *International Journal of Scientific and Research Publications*, 5: 1-12.
- Umiyati, R., Finda Evita Marviana, Rizky Muliani Dwi Ujianti, & Fafa Nurdyansyah. (2025). Studi Karakteristik Sereal Breakfast *Flakes* Dari Variasi Konsentrasi Tepung Beras Merah Dan Tepung Edamame Dengan Perbedaan Perlakuan Pengukusan. *Jurnal Sains Boga*, 8(1), 29–41. <https://doi.org/10.21009/jsb.008.1.04>.
- Winarti, W. (2020). Identifikasi Kandungan Senyawa Umbi Talas Jepang *Colocasia esculenta* L. (Schott) var. *antiquorum* Dan Talas Kimpul *Xanthosoma sagittifolium* L. (Schott) Dari Dataran Rendah. Skripsi thesis, Universitas Hasanuddin.
- Wulandari, A., Fitriyani, D., & Nugraheni, M. (2017). Pengaruh penambahan tepung ganyong terhadap mutu *flakes* instan. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 5(3), 110–117. <http://jpa.ub.ac.id/index.php/jpa/article/view/358>.
- Yuliatmoko, W. (2012). Pemanfaatan Umbi Talas Sebagai Bahan Substitusi Tepung Terigu Dalam Pembuatan Cookies yang Disuplementasi Dengan Kacang Hijau. *Jurnal Matematika, Sains, Dan Teknologi*, 13(2), 94–106.
- Zhang, Z., Zhang, L., Chen, M., & He, Z. (2022). Effects of taro powder on the properties of wheat flour and dough. *Food Science and Technology*, 42, e116221. DOI: <https://doi.org/10.1590/fst.116221>