

---

AGRITEKNO: Jurnal Teknologi Pertanian

Laman Jurnal: <https://ojs3.unpatti.ac.id/index.php/agritekno>

---

**Pengaruh Germinasi terhadap Sifat Fisikokimia dan Organoleptik *Flakes* Tepung Kedelai Putih (*Glycine max* L.)**

*The Effect of Germination on the Physicochemical Properties of Flakes from White Soybean Flour (*Glycine max* L.)*

**Kartika K. Nirwesthi, Nanik Suhartatik\*, Vivi Nuraini**

Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi dan Industri Pangan, Universitas Slamet Riyadi  
Surakarta, Jl. Sumpah Pemuda No. 18 Joglo, Surakarta, 57136, Indonesia

\*Penulis korespondensi: Nanik Suhartatik, e-mail: [n\\_suhartatik@yahoo.com](mailto:n_suhartatik@yahoo.com)

---

**ABSTRACT**

*Flakes were included in ready-to-eat food and can be consumed as a main meal or a snack. Flakes need to have good nutritional content and be high in protein for breakfast. Soybean flour can be utilized as a vegetable protein. This study employed germinated white soybeans and white glutinous rice flour. Germination is an active process of embryonic development in which the seed coat breaks, causing new individuals to grow. Refined soy flour was used to increase protein and antioxidant activity, as well as flavonoid content in the flakes. The study aimed to determine the best formulation and the effects of soybean germination time and variations in the concentration of germinated soybean flour with glutinous rice flour on the physicochemical and sensory characteristics of the flakes. The experimental design employed was a completely randomized design with two factors: germination time (0, 24, and 48 h) and the ratio of soybean flour to glutinous rice flour (30:70, 50:50, and 70:30). This research comprised nine formulas. The best results based on physicochemical factors of increased antioxidants, protein, and flavonoid content, as well as sensory characteristics, were achieved with 24 h germination of soybeans, 70 g of soybean flour, and 30 g of glutinous rice flour. The selected products exhibited the following attributes: moisture content 6.19%, total ash 4.02%, protein 28.32%, fats 6.83%, carbohydrates 54.64%, crude fiber 22.73%, antioxidant activity 16.11%, flavonoids 1.58 mg QE/g, rehydration 36.80%, hardness 11.84 N, color 3.1, aroma 3.05, texture 3.1, taste 3.12, and overall acceptance 3.3. Germinated soybeans have the potential to be used as a source of protein for snacks.*

**Keywords:** Antioxidant; flakes; flavonoid; germination; soybean; glutinous flour

**ABSTRAK**

*Flakes termasuk ke dalam makanan siap saji dan dapat dikonsumsi sebagai makanan utama maupun sebagai camilan. Flakes perlu memiliki kandungan gizi yang baik dan tinggi protein untuk dikonsumsi sebagai sarapan. Tepung kedelai dapat digunakan sebagai protein nabati. Penelitian ini menggunakan kedelai putih yang tergerminasi dan tepung ketan putih. Germinasi adalah proses aktif dari pertumbuhan embrio saat kulit biji akan pecah yang menyebabkan calon individu baru tumbuh. Tepung kedelai tergerminasi digunakan untuk meningkatkan protein dan aktivitas antioksidan serta kandungan flavonoid pada flakes. Penambahan tepung kedelai juga bertujuan untuk mempertahankan tekstur flake. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui formulasi terbaik dan pengaruh waktu germinasi kedelai putih dan variasi konsentrasi tepung kedelai tergerminasi dengan tepung ketan terhadap karakter fisikokimia dan sensori flakes. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap dengan dua faktor yaitu waktu germinasi (0, 24, dan 48 jam) dan perbandingan tepung kedelai dengan tepung ketan (30:70, 50:50, dan 70:30). Flake dengan kualitas terbaik terdapat pada perlakuan germinasi 24 jam, tepung kedelai 70 g dan tepung ketan 30 g. Produk terpilih memiliki kadar air 6,19%,*

<https://doi.org/10.30598/jagritekno.2024.13.1.65>

Submisi: 25 Agustus 2023; Review: 25 Januari 2024; Revisi: 23 Februari 2024; Diterima: 18 Maret 2024

Tersedia Online: 26 Maret 2024

Terakreditasi Kemenristek SK. 200/M/KPT/2020

ISSN [2302-9218](https://doi.org/10.30598/jagritekno.2024.13.1.65) (Print) ISSN [2620-9721](https://doi.org/10.30598/jagritekno.2024.13.1.65) (Online) / © Penulis. Penerbit Universitas Pattimura. Akses Terbuka dengan lisensi CC-BY-SA.

kadar abu 4,02%, protein 28,32%, lemak 6,83%, karbohidrat 54,64%, serat kasar 22,73%, aktivitas antioksidan 16,11%, flavonoid 1,58 mgQE/g, rehidrasi 36,80%, *hardness* 11,84 N, warna 3,1, aroma 3,05, tekstur 3,1, rasa 3,12 dan *overall* sebesar 3,3. Kedelai tergerminasi berpotensi untuk digunakan sebagai sumber protein dalam makanan camilan (*snack*).

**Kata kunci:** Antioksidan; *flakes*; flavonoid, germinasi, kedelai, tepung ketan

## PENDAHULUAN

*Flakes* merupakan makanan siap santap yang bisa menjadi makanan utama, campuran atau tambahan dengan menu utama yang lain. *Flakes* memiliki karakteristik tekstur yang renyah, berbentuk serpihan tipis serta memiliki rasa gurih sedikit manis. *Flakes* umumnya terbuat dari bahan seperti gandum, beras, *barley*, jagung, dan *oat*. Produk *flakes* dikenal di kalangan masyarakat karena cita rasanya yang enak, praktis dalam penyajian serta menyehatkan (Situmorang *et al.*, 2017). Bahan pembuat *flakes* umumnya kaya akan karbohidrat tetapi memiliki asam amino esensial yang rendah. Menurut Sattar *et al.* (2021), asam amino esensial dapat diperoleh dari legum.

Kedelai putih (*Glycine max* L. Merrill) termasuk dalam keluarga leguminosa. Kedelai putih berperan besar dalam pemenuhan kebutuhan protein nabati (Waliyansyah, 2020). Kedelai mengandung senyawa antioksidan yang tinggi, di antaranya adalah senyawa fenol. Komponen fenol yang terdapat dalam kedelai antara lain turunan asam benzoat, flavonoid, tanin, dan lignin. Kedelai banyak digunakan di industri pangan karena keunggulannya sebagai sumber antioksidan dan protein (Indriani, 2015). Di samping itu, kedelai memiliki kelemahan yaitu kandungan asam fitat, fitase, enzim inhibitor (tripsin dan kimotripsin), oksalat, saponin, tanin, dan inhibitor enzim protease yang terdapat pada kedelai dapat mempengaruhi bioavailabilitas mineral dan vitamin (Sattar *et al.*, 2021). Proses germinasi dapat meningkatkan kandungan gizi kedelai sekaligus menurunkan kadar senyawa antinutrisinya.

Germinasi merupakan suatu proses aktifnya pertumbuhan embrio saat kulit biji akan pecah dan calon individu baru akan tumbuh. Selama proses germinasi, senyawa kompleks dalam kedelai akan dipecah menjadi senyawa yang lebih sederhana dan lebih mudah diserap oleh tubuh. Dalam germinasi terjadi proses katabolisme yang mampu menghasilkan enzim-enzim pertumbuhan dan komponen penting lainnya bagi pertumbuhan tanaman melalui hidrolisis sehingga daya cerna akan meningkat (Ferdiawan & Dwiloka, 2019). Germinasi diawali dengan inhibisi dan absorpsi air

ke dalam sel. Enzim dalam sel kemudian aktif dan molekul mulai terhidrolisis. Komponen-komponen yang dibutuhkan untuk pertumbuhan kemudian dikirim ke sumbu embrio untuk kebutuhan respirasi dan asimilasi serta pembentukan muncul embrio baru (Astawan *et al.*, 2016). Selama proses germinasi, terdapat beberapa hormon yang berperan penting seperti gibrelin, sitokinin dan auksin. Masing-masing hormon memiliki fungsi yang berbeda diantaranya: mengaktifkan enzim hidrofilik, merangsang pembelahan sel, merangsang terbentuknya pucuk lembaga dan akar (Bayu & Aminah, 2008). Sattar *et al.* (2021) melaporkan bahwa *flakes* yang terbuat dari legum tergerminasi mempunyai kandungan polifenol, flavonoid, flavanal, dan aktivitas antioksidan lebih tinggi, lebih *crispy* serta tekstur yang lebih baik. Pembuatan *flake* biasanya menggunakan bahan tambahan berupa tepung untuk mendapatkan *flakes* dengan tekstur sesuai keinginan. Salah satu jenis tepung yang bisa digunakan adalah tepung beras ketan putih.

Beras ketan putih (*Oryza sativa* var. glutinosa) termasuk ke dalam jenis padi-padian dan famili Gramineae. Komposisi kimia terbesar pada beras ketan adalah pati yang terdiri dari amilopektin dan amilosa. Sebagian besar pati yang terdapat dalam beras ketan adalah jenis amilopektin sebesar 88-89% dan sisanya sebesar 0-2% adalah amilosa (Suriani., 2015). Penambahan bahan berpati pada pembuatan produk pangan, khususnya bahan dengan amilopektin yang tinggi dapat membantu kesempurnaan proses gelatinisasi sehingga turut membantu dalam pembentukan teksturnya (Ulum, 2017). Beras ketan cocok menjadi bahan dasar untuk membuat *flakes* yang bertujuan untuk pengembangan sehingga *flakes* akan bersifat garing dan renyah. Pati dengan kandungan pati amilosa tinggi dapat menghasilkan produk *flakes* yang keras (Hilmy, 2019).

## METODE PENELITIAN

### Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode rancangan acak lengkap faktorial terdiri dari dua

faktor yaitu variasi waktu germinasi (0, 24, dan 48 jam) dan variasi rasio tepung tepung kedelai dengan tepung ketan (30:70, 50:50, dan 70:30). Analisis data dilakukan menggunakan SPSS dengan Uji Multivariate dan Uji Anova setelahnya dilakukan uji lanjutan menggunakan uji jarak berganda Duncan ( $\alpha = 0,05$ ).

## Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan *flakes* meliputi: kedelai putih lokal, tepung beras ketan “Rose Brand”, susu bubuk 10 g “Frisian Flag”, perisa vanila 1 g “Red Bell”, gula 5 g, margarin 2 g “Blueband”, air 40 mL, dan garam 1 g. Semua bahan yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari pasar tradisional.

## Prosedur Penelitian

### Pembuatan Tepung Kedelai Putih Tergerminasi

Proses pembuatan tepung kedelai putih tergerminasi mengacu pada penelitian yang dilakukan oleh Aminah dan Santosa (2014) dan Saputro *et al.* (2015) dengan modifikasi. Langkah awal adalah sortasi dilanjutkan dengan pencucian kedelai menggunakan air mengalir. Perendaman kedelai dilakukan selama 8 jam dan dilakukan pencucian kembali menggunakan air mengalir. Germinasi kedelai dilakukan dengan cara menempatkan kedelai di wadah berlubang yang beralaskan kertas tipis (tisu). Germinasi dilakukan dalam kondisi gelap, masing-masing perlakuan dilakukan dalam waktu 0 (G0), 24 (G24), dan 48 (G48) jam. Setiap 4 jam sekali dilakukan penyemprotan dengan air. Kedelai yang sudah tergerminasi kemudian dimasukkan ke dalam *cabinet dryer* untuk pengeringan. Suhu pengering *cabinet* diatur pada suhu 60°C selama 8 jam. Kedelai putih kering dihaluskan menggunakan *grinder* dan diayak dengan ayakan ukuran 80 mesh. Perlakuan ini dilakukan sebanyak 3 kali ulangan untuk mendapatkan rendemen yang maksimal.

### Pembuatan *Flakes*

Proses pembuatan *flakes* (Permana & Putri, 2015; Sari *et al.*, 2020) dilakukan dengan tahapan awal pencampuran bahan hingga kalis. Adonan kemudian dikukus selama 15 menit menggunakan api sedang. Adonan dibentuk menjadi bulatan kemudian dicetak menggunakan *noodle maker* dengan ketebalan  $\pm 0,5$  mm dan dipotong dengan ukuran  $\pm 1 \times 1$  cm<sup>2</sup>. Adonan dipanggang selama 15 menit menggunakan oven pada suhu 120°C.

### Kadar Air Tepung Kedelai Putih Tergerminasi

Kadar air pada tepung kedelai tergerminasi diukur mengacu pada Lindani (2016). Kadar air diuji menggunakan *moisture analyzer*. Sampel sebanyak 1 g dimasukkan pada plat alumunium dan diratakan. Alat kemudian ditutup dan dibaca angka yang tertera pada layar *display*.

### Parameter Uji pada *Flakes*

Penentuan kadar air dan abu pada *flakes* dianalisis menggunakan metode termogravimetri (Sudarmadji *et al.*, 1997) sedangkan kadar protein menggunakan metode mikro Kjeldahl, kadar lemak dengan ekstraksi Soxhlet, kadar karbohidrat ditentukan berdasarkan perbedaan (*by different*), kadar serat kasar dengan metode termogravimetri (Sudarmadji *et al.*, 1997).

### Aktivitas Antioksidan

Pengujian aktivitas antioksidan mengacu pada Yen & Chen (1995). Tahap pertama adalah persiapan sampel dengan mengekstraksi 2 g *flakes* dalam 10 mL metanol 75%. Tahap selanjutnya adalah penetapan blangko yang dilakukan dengan cara mencampur 3,8 mL DPPH 0,1 mM (Aldrich, USA) dengan 0,2 mL akuades, kemudian diinkubasi 30 menit pada suhu ruang dan terhindar dari cahaya. Sebanyak 0,2 mL ekstrak sampel diencerkan menggunakan 3,8 mL metanol 75%. Larutan diinkubasi selama 30 menit dalam kondisi gelap. Blangko dan sampel ditera pada panjang gelombang 515 nm. Rumus yang digunakan untuk menghitung aktivitas antioksidan sesuai dengan Persamaan 1.

$$\% \text{ Aktivitas Antioksidan} = \frac{\text{abs blangko} - \text{abs sampel}}{\text{abs blangko}} \times 100\% \quad \dots (1)$$

### Flavonoid

Penetapan kandungan flavonoid mengacu pada Chu *et al.* (2000). Tahap pertama yang dilakukan adalah pembuatan larutan standar quersetin. Quersetin 10 mg (Aldrich, USA) dilarutkan 10 mL etanol 70%. Larutan standar dibuat dengan konsentrasi 20, 30, 40, 50, dan 60 ppm. Masing-masing larutan ditambahkan 0,1 mL AlCl<sub>3</sub> (Merck, Jerman), 0,1 natrium asetat 1 M (Merck, Jerman) dan 2,8 mL akuades. Larutan kemudian diinkubasi selama 30 menit dan diukur absorbansi pada panjang gelombang 435 nm. Sampel *flakes* 20 mg dilarutkan dalam 10 mL etanol untuk mendapatkan filtrat. Filtrat diambil sebanyak 0,5 mL ditambah 1,5 mL metanol 9% dan divortex. Larutan kemudian ditambah 0,1 mL AlCl<sub>3</sub> 0,1 mL

Natrium asetat 1 M, dan 2,8 mL akuades kemudian divortex. Larutan diinkubasi selama 30 menit dan ditera pada panjang gelombang 435 nm.

### Rehidrasi

Pengukuran derajat rehidrasi mengacu pada penelitian yang dilakukan oleh Ramlah (1997). Persen rehidrasi ditentukan dengan menyiapkan 5 g *flakes* dan dimasukkan di dalam air kurang lebih selama 3 menit. Sampel kemudian ditiriskan dan ditimbang. Besar rehidrasi *flakes* dihitung menggunakan Persamaan 2.

$$\text{Rehidrasi (\%)} = \frac{(\text{Berat sesudah} - \text{Berat sebelum})}{\text{Berat sebelum}} \times 100\% \quad \dots (2)$$

### Hardness

Pengujian kekerasan (*hardness*) mengacu pada penelitian yang dilakukan oleh Engelen (2018). Analisis fisik tekstur dilakukan menggunakan alat *textur analyzer*.

### Analisis Sensori

Analisis sensori mengacu pada BSN (2006) dilakukan dengan menggunakan uji hedonik. Uji ini dilakukan dengan cara mengukur tingkat preferensi terhadap produk menggunakan formulir penilaian. Uji organoleptik dilakukan oleh 20 orang panelis semi terlatih. Tahapan ini dilakukan dengan menyiapkan sampel *flakes* sebanyak 2 g. Masing-masing sampel diletakkan dalam nampan kecil yang diberi kode tiga digit dan setiap sampel memiliki kode sampel yang berbeda. Panelis diminta untuk mengevaluasi sesuai petunjuk yang terdapat dalam formulir penilaian. Penilaian dilakukan terhadap parameter warna, aroma, tekstur, rasa, dan *overall*, dengan skala dari skor 1 sampai 5.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

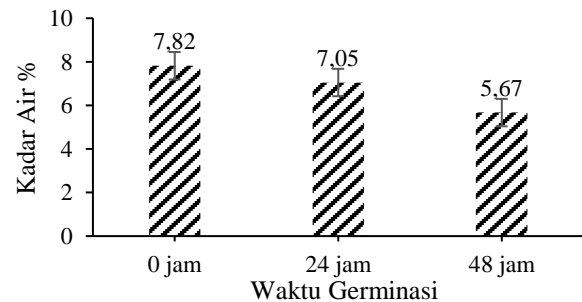
### Kadar Air Tepung Kedelai

Kadar air tepung kedelai berubah menurut waktu. Semakin lama waktu germinasi, makin rendah pula waktu germinasinya. Kadar air tertinggi terdapat pada G0, sebesar 7,82%. Hasil penelitian ini memiliki kemiripan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Hazmi (2016) yang menyebutkan bahwa kadar air tepung kedelai putih tergerminasi sebesar 6,36% dan tepung kedelai putih tanpa germinasi sebesar 6,71%. Germinasi menyebabkan terjadinya hidrolisis senyawa makro seperti karbohidrat, protein, dan lemak untuk diubah

menjadi senyawa lebih sederhana (Ai & Ballo, 2010). Selama germinasi, permeabilitas dinding sel akan meningkat sehingga air mudah terdifusi dari bahan (Hazmi, 2016). Permeabilitas meningkat sejalan dengan adanya kebutuhan nutrisi untuk menunjang proses pertumbuhan.

### Kadar air *flakes*

Secara keseluruhan, waktu germinasi dan proporsi tepung memengaruhi kadar air *flakes* (Tabel 1). Data menunjukkan bahwa semakin lama waktu germinasi dan semakin banyak penggunaan tepung kedelai putih, kadar air *flakes* semakin rendah. Kadar air paling tinggi ditunjukkan pada perlakuan G0 dengan komposisi tepung 70 g tepung ketan dan 30 g tepung kedelai putih (TK70:TD30) sebesar 6,99%. Kadar air terendah terdapat pada *flakes* dari G48 dengan TK30:TD70. Hasil penelitian lain dari Amrinola *et al.* (2022) menyatakan bahwa *flakes* yang dihasilkan berkisar antara 8,65-10,27% dan produk *flakes glutinous rice* dan *flakes high protein soymeal* sebesar 8,96% (Fasuan *et al.*, 2021). *Flakes* tepung kedelai tergerminasi tidak jauh berbeda dengan kedua penelitian tersebut namun sedikit lebih rendah. Penurunan kadar air ini dipengaruhi oleh menurunnya kadar air tepung kedelai putih seiring bertambahnya waktu germinasi.



Gambar 1. Grafik kadar air tepung kedelai putih tergerminasi

### Kadar Abu

Berdasarkan analisis ragam, kadar abu *flakes* waktu tergerminasi dan perbedaan proporsi tepung kedelai putih dan tepung ketan memberikan pengaruh berbeda nyata pada beberapa perlakuan. Semakin lama waktu germinasi, semakin tinggi pula kadar abu *flakes* (Tabel 1). Kadar abu terbesar terdapat pada perlakuan *flake* dari G48 dengan proporsi TK30:TD70, yaitu sebesar 4,20%. Nilai kadar abu terendah terdapat pada *flake* dari tepung

Tabel 1.

Pengaruh germinasi dan proporsi tepung ketan dan tepung kedelai putih tergerminasi terhadap kadar air, abu, protein, karbohidrat, serat kasar, aktivitas antioksidan, flavonoid

Waktu Germinasi (jam)	TK : TD*	Air (%)	Abu (%)	Protein (%)	Lemak (%)	Karbohidrat (%)	Serat Kasar (%)	Aktivitas Antioksidan (%)	Flavonoid (mgQE/g)
0	30:70	6,99±0,08 <sup>e</sup>	2,48±0,03 <sup>a</sup>	16,35±0,18 <sup>a</sup>	3,79±0,18 <sup>c</sup>	70,39±0,31 <sup>c</sup>	9,15±0,01 <sup>a</sup>	4,62±0,20 <sup>a</sup>	0,67±0,40 <sup>a</sup>
	50:50	6,41±0,06 <sup>c</sup>	3,09±0,01 <sup>ab</sup>	21,30±0,01 <sup>d</sup>	5,41±0,16 <sup>e</sup>	63,80±0,10 <sup>c</sup>	15,37±0,07 <sup>b</sup>	7,42±0,20 <sup>c</sup>	1,21±0,02 <sup>ab</sup>
	70:30	6,30±0,16 <sup>c</sup>	3,72±0,75 <sup>c</sup>	27,38±0,17 <sup>f</sup>	7,24±0,15 <sup>b</sup>	55,39±0,91 <sup>a</sup>	21,23±0,06 <sup>c</sup>	12,04±0,40 <sup>c</sup>	1,50±0,00 <sup>cd</sup>
24	30:70	6,64±0,17 <sup>d</sup>	2,70±0,05 <sup>a</sup>	16,33±0,09	3,38±0,07 <sup>b</sup>	70,94±0,10 <sup>ef</sup>	9,88±0,05 <sup>a</sup>	6,30±0,20 <sup>b</sup>	1,10±0,00 <sup>d</sup>
	50:50	5,87 <sup>b</sup> ±0,02	3,62±0,06 <sup>bc</sup>	20,09±0,09	5,19±0,04 <sup>de</sup>	65,24±0,21 <sup>d</sup>	17,38±0,07 <sup>b</sup>	10,08±0,40 <sup>d</sup>	1,44±0,01 <sup>cd</sup>
	70:30	5,83±0,06 <sup>b</sup>	4,02±0,03 <sup>c</sup>	28,32±0,98	6,83±0,08 <sup>e</sup>	55,00±0,83 <sup>a</sup>	22,73±0,22 <sup>c</sup>	16,11±0,60 <sup>e</sup>	1,58±0,00 <sup>d</sup>
48	30:70	5,84±0,07 <sup>b</sup>	2,76±0,01 <sup>a</sup>	17,16 <sup>b</sup> ±0,02	2,72±0,16 <sup>a</sup>	71,52±0,19 <sup>f</sup>	10,61±0,05 <sup>a</sup>	7,84±0,00 <sup>c</sup>	1,14±0,04 <sup>b</sup>
	50:50	5,76±0,05 <sup>b</sup>	3,69±0,02 <sup>bc</sup>	23,41 <sup>e</sup> ±0,17	5,03±0,11 <sup>d</sup>	62,11±0,27 <sup>b</sup>	17,72±0,09 <sup>b</sup>	12,89±0,40 <sup>f</sup>	1,48±0,00 <sup>cd</sup>
	70:30	4,84±0,05 <sup>a</sup>	4,20±0,12 <sup>c</sup>	29,32 <sup>b</sup> ±0,13	6,31±0,29 <sup>f</sup>	55,23±0,48 <sup>a</sup>	26,26±0,22 <sup>d</sup>	18,35±0,20 <sup>b</sup>	1,59±0,00 <sup>d</sup>

Keterangan: Angka dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji jarak berganda Duncan ( $\alpha = 0,05$ ). \*TK (tepung ketan); TD (tepung kedelai)

kedelai putih tergerminasi 0 jam dengan perbandingan tepung ketan 70 g dan tepung kedelai putih 30 g. *Flake* beras ketan hitam yang dihasilkan oleh Amrinola *et al.* (2022) mengandung kadar abu antara 1,49-3,17%. Kadar abu *flake* dari tepung kedelai tergerminasi sedikit lebih tinggi daripada *flake* dari beras ketan hitam dikarenakan perbedaan kandungan mineral dari masing-masing bahan.

Enzim fitase mengalami peningkatan saat germinasi sehingga akan meningkatkan kadar mineral. Ikatan protein enzim mineral dilepaskan dari proses hidrolisis dan meningkatkan persentase komponen mineral dari aktivitas enzim tersebut (Dewi *et al.*, 2018). Kadar air yang menurun juga menyebabkan persentase kadar abu meningkat. Menurut Ghani *et al.* (2016), kandungan Ca kedelai putih sebelum tergerminasi sebesar 810 µg/g (bk), magnesium 1330 µg/g (bk) dan Na sebesar 2610 µg/g (bk). Setelah mengalami germinasi, Ca berubah menjadi 2770 µg/g (bk), Mg sebesar 1510 µg/g (bk), dan Na sebesar 8600 µg/g (bk).

### Kadar Protein

Semakin lama waktu germinasi, kadar protein *flakes* semakin tinggi. Berdasarkan tabel 1, kadar protein paling tinggi terdapat pada perlakuan G48 dengan perbandingan TK30:TD70, yaitu sebesar 29,32%. Sampel dengan kadar protein terendah adalah perlakuan G24 dengan perbandingan TK70:TD30, sebesar 16,33%. Kadar protein ini lebih tinggi dibandingkan *flakes* yang dihasilkan oleh Amrinola *et al.* (2022). Kadar protein *flakes* dari kedelai tergerminasi ini tidak berbeda jauh dengan kadar protein *flakes* yang dihasilkan oleh Fasuan *et al.* (2021), yaitu sebesar 29,05%.

Waktu germinasi yang lebih lama dan penggunaan tepung kedelai putih yang lebih banyak menyebabkan kadar protein meningkat. Kenaikan

protein tersebut disebabkan oleh proses germinasi. Enzim protease merusak ikatan peptida selama perkecambahan untuk membuat asam amino. Pemecahan ini menyebabkan peningkatan daya cerna protein karena struktur protein menjadi lebih sederhana (Dewi *et al.*, 2018). Germinasi dapat meningkatkan kadar protein (Hazmi (2016). Proses germinasi juga menyebabkan protein terlepas dari ikatan dengan karbohidrat yang membentuk glikoprotein sehingga dapat meningkatkan kadar protein.

### Kadar Lemak

Kadar lemak *flakes* dari tepung kedelai yang tergerminasi berkisar antara 2,72 – 7,24% (Tabel 1). Hasil tersebut lebih rendah daripada *flakes* beras ketan hitam yang dihasilkan oleh Fasuan *et al.* (2021), yaitu sebesar 6%. Hal ini disebabkan karena penggunaan tepung ketan yang lebih banyak. Hazmi (2016) menyebutkan bahwa kadar lemak menurun seiring meningkatnya lama waktu germinasi. Saat germinasi terjadi, proses pemecahan senyawa kompleks menjadi lebih sederhana. Germinasi dapat meningkatkan hidrolisis dari senyawa organik kompleks yang bersifat tidak larut menjadi senyawa yang lebih sederhana yang sifatnya larut air. Saat perendaman dan pembilasan kedelai, terdapat fraksi lemak yang ikut hilang. Lemak dalam biji berada dalam bentuk emulsi bersama dengan protein dan air.

### Kadar Karbohidrat

Kadar karbohidrat secara keseluruhan pada sampel *flakes* menunjukkan bahwa terdapat beberapa sampel yang berbeda nyata (Tabel 1). Hasil penelitian oleh Amrinola *et al.* (2022), dihasilkan *flakes* dengan kadar karbohidrat sebesar 78,18-79,16%, lebih tinggi dari *flakes* kedelai

tergerminasi. Hal tersebut dikarenakan penggunaan bahan berpati lebih banyak dari *flakes* kedelai tergerminasi. Penggunaan bahan berpati seperti tepung beras ketan memberi kontribusi pada tingginya kadar karbohidrat *flakes*.

### Kadar Serat Kasar

Waktu germinasi tidak memberikan pengaruh nyata pada kadar serat *flakes* yang dihasilkan (Tabel 1). Kadar serat tertinggi adalah pada perlakuan *flakes* dari kedelai putih G48 dengan perbandingan TK70:TD30, yaitu sebesar 26,41%. Sementara itu, hasil terendah terdapat pada *flakes* G0 dan TP70:TK30, yaitu sebesar 9,15%. Produk *flakes seaweed* dan kedelai putih memiliki kadar serat kasar terbesar yaitu 20,73% (Firdarini *et al.*, 2019). Besarnya kadar serat pada *flakes* dipengaruhi oleh penggunaan kulit ari di dalamnya. Menurut Auza *et al.*, (2017), kulit ari kedelai cukup besar yaitu kadar serat sebesar 24,84% yang akan meningkat apabila terjadi proses seperti germinasi maupun fermentasi. Dewi *et al.* (2018) menyatakan bahwa kadar serat kasar meningkat seiring dengan lamanya waktu perkecambahan dikarenakan terjadi perombakan komponen pembentuk karbohidrat yang merupakan komponen terbesar dinding sel. Ada peningkatan secara signifikan terhadap kadar serat pangan pada legum setelah mengalami proses perkecambahan.

### Aktivitas Antioksidan

Hasil uji aktivitas antioksidan menunjukkan bahwa ada peningkatan aktivitas antioksidan seiring lamanya waktu germinasi dan penambahan kedelai putih tergerminasi (Tabel 1). Hasil dari analisis sidik ragam aktivitas antioksidan *flakes* tepung kedelai putih tergerminasi dan tepung ketan secara keseluruhan menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan pada seluruh perlakuan. Aktivitas antioksidan tertinggi pada *flakes* kedelai putih tergerminasi 48 jam dengan perbandingan TD70:TK30, yaitu sebesar 18,35%. Hasil terendah adalah pada *flakes* G0 dengan perbandingan TD30:TK70, sebesar 4,62%. Penelitian yang dilakukan oleh Rani *et al.* (2021), dengan sampel *flakes* dari ubi ungu dan kedelai menghasilkan aktivitas antioksidan sebesar 36,30-42,92%. Hasil penelitian ini lebih rendah dibanding penelitian oleh Rani *et al.* (2021). Rendahnya aktivitas antioksidan pada *flakes* dapat ditingkatkan dengan penambahan bahan lain seperti rempah dari jahe yang memiliki aktivitas antioksidan sebesar 94 % pada sampel

ekstrak jahe putih konsentrasi 1000 µg/mL (Wijayanti *et al.*, 2018).

Hal ini berhubungan dengan peningkatan kandungan senyawa fenol dan vitamin E. Hidrolisis enzim beta-glukosidase saat perendaman dan perkecambahan mengakibatkan peningkatan kadar aglikon bebas dan penurunan glukosida (Astawan *et al.*, 2016). Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian Hazmi (2016), bahwa ada peningkatan aktivitas antioksidan kedelai setelah germinasi dari tepung kedelai tanpa germinasi sebesar 155 mg AEAC/100 (bk) dan setelah germinasi sebesar 184 mg AEAC/100g (bk).

### Flavonoid

Flavonoid merupakan metabolit sekunder yang sebagian besar merupakan komponen bioaktif dan berperan sebagai agensia terapeutik untuk menunjang kesehatan tubuh (Ullah *et al.*, 2020). Hasil analisis sidik ragam kadar flavonoid *flakes* tepung kedelai putih secara keseluruhan menunjukkan perbedaan yang nyata antar sampel. Kandungan flavonoid naik seiring meningkatnya waktu germinasi dan penambahan tepung kedelai putih. Kadar flavonoid tertinggi terdapat pada perlakuan *flakes* G48 dengan perbandingan TD70:TK30, yaitu sebesar 1,59 mg QE/g.

Penelitian terdahulu oleh Sattar *et al.* (2021) menyatakan bahwa *flakes* dengan kedelai hitam tanpa germinasi dihasilkan sebesar 25 mg QE /g sedangkan *flakes* dengan kedelai hitam tergerminasi sebesar 27 mg katekin/g. Sementara itu, kedelai putih memiliki kadar flavonoid sebesar 4,62 mg QE/g (Dhurhanian & Istantini, 2021). Hasil penelitian *flakes* ini memiliki nilai yang lebih rendah dibandingkan penelitian oleh Sattar *et al.* (2021) yang mungkin disebabkan karena penggunaan jenis kedelai yang berbeda. Kandungan flavonoid berpengaruh terhadap besar kecilnya aktivitas antioksidan. Hasil ini sejalan dengan Lien *et al.* (2017), bahwa terjadi peningkatan angka flavonoid seiring bertambahnya waktu germinasi kedelai putih yaitu sebesar 1,95 mg QE/g menjadi 4,51 mg QE/g.

### Rehidrasi

Rehidrasi menunjukkan kemampuan bahan yang telah dikeringkan untuk menyerap air kembali. Tabel 2 menunjukkan bahwa rehidrasi menurun seiring bertambahnya waktu germinasi. Berdasar

Tabel 2.

Pengaruh germinasi dan proporsi tepung ketan dan tepung kedelai putih tergerminasi terhadap karakteristik fisik dan sensori

Waktu Germinasi (jam)	TKG* : Tepung Ketan	Karakteristik Fisik			Analisis Sensori			
		Rehidrasi (%)	Hardness (N)	Warna	Aroma	Kerenyahan	Rasa	Overall
0	30:70	52,81±1,42 <sup>e</sup>	5,43±0,36 <sup>a</sup>	3,02±0,76 <sup>a</sup>	3,45±0,88 <sup>a</sup>	1,97±0,92 <sup>a</sup>	2,80±1,00 <sup>ac</sup>	2,75±0,91 <sup>a</sup>
	50:50	52,28±2,08 <sup>e</sup>	7,93±0,54 <sup>ab</sup>	3,65±0,87 <sup>bc</sup>	3,17±0,87 <sup>acd</sup>	3,52±1,02 <sup>bd</sup>	3,17±0,84 <sup>ab</sup>	3,10±0,91 <sup>ab</sup>
	70:30	39,66±0,01 <sup>c</sup>	10,8±3,29 <sup>cd</sup>	3,70±1,03 <sup>b</sup>	3,27±0,71 <sup>ac</sup>	3,70±0,73 <sup>b</sup>	3,15±0,87 <sup>ab</sup>	3,50±0,94 <sup>d</sup>
24	30:70	51,93±0,11 <sup>e</sup>	5,52±0,67 <sup>a</sup>	3,50±0,94 <sup>cd</sup>	3,15±0,87 <sup>abc</sup>	3,35±1,18 <sup>be</sup>	3,50±0,94 <sup>b</sup>	3,45±0,89 <sup>bd</sup>
	50:50	47,44±0,37 <sup>d</sup>	8,64±1,80 <sup>abc</sup>	2,67±1,19 <sup>a</sup>	3,22±0,80 <sup>ac</sup>	4,25±0,55 <sup>f</sup>	3,55±1,09 <sup>bd</sup>	3,65±0,67 <sup>d</sup>
	70:30	36,80±2,12 <sup>b</sup>	11,84±0,57 <sup>cd</sup>	3,10±0,85 <sup>ad</sup>	3,05±0,60 <sup>acd</sup>	3,10±0,96 <sup>deg</sup>	3,12±0,75 <sup>ad</sup>	3,30±0,73 <sup>ad</sup>
48	30:70	41,38±0,79 <sup>c</sup>	7,84±0,06 <sup>a</sup>	2,67±0,86 <sup>a</sup>	2,72±0,78 <sup>bd</sup>	2,30±0,65 <sup>chg</sup>	2,52±0,59 <sup>c</sup>	2,15±0,74 <sup>c</sup>
	50:50	39,81±0,33 <sup>c</sup>	8,68±0,49 <sup>abc</sup>	2,80±0,69 <sup>a</sup>	2,75±0,85 <sup>bd</sup>	3,20±1,10 <sup>bgh</sup>	2,87±0,64 <sup>ac</sup>	2,90±0,78 <sup>ab</sup>
	70:30	31,53±1,08 <sup>a</sup>	14,44±1,36 <sup>d</sup>	2,80±1,04 <sup>a</sup>	2,60±0,94 <sup>bd</sup>	3,05±0,88 <sup>eh</sup>	2,75±0,65 <sup>ac</sup>	2,90±0,71 <sup>a</sup>

Keterangan: Angka dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji jarak berganda Duncan ( $\alpha = 0,05$ ). \*TKG: Tepung Kedelai Tergerminasi

penelitian yang dilakukan oleh Ulum (2017) dengan sampel *flakes* edamame, persen rehidrasi sebesar 56-64%. Hasil penelitian *flakes* kedelai tergerminasi tidak berbeda jauh dan masih dalam rentang pada penelitian oleh Ulum (2017). Karakteristik fisik *flakes* yang disukai oleh konsumen adalah renyah saat dikonsumsi atau setelah disajikan dengan susu. *Flakes* yang memiliki karakteristik fisik yang baik adalah *flakes* dengan waktu rendam lama atau nilai rehidrasi paling rendah (Hapsari *et al.*, 2022). Faktor yang berperan besar dalam menentukan besar kecilnya rehidrasi adalah karbohidrat. Penggunaan tepung ketan yang lebih tinggi membuat rehidrasi lebih rendah, karena karbohidrat bersifat polar yaitu menyerap air. Germinasi juga membuat daya serap air tepung kedelai putih mengalami penurunan. Menurut Hazmi, (2016), hal tersebut dipengaruhi oleh komposisi asam amino protein yang meningkat setelah germinasi.

### Hardness

*Hardness* menunjukkan daya yang dibutuhkan untuk menghancurkan kepingan *flakes*. *Hardness flakes* secara keseluruhan menunjukkan ada perbedaan yang nyata antar sampel. Semakin lama waktu germinasi, kekerasan *flakes* semakin meningkat begitu juga semakin banyak penambahan tepung kedelai. Berdasarkan penelitian terdahulu oleh Sattar *et al.* (2021), *flakes* dengan bahan legum tergerminasi menghasilkan kekerasan yang lebih tinggi dibandingkan legum tanpa germinasi, dari *hardness* sebesar 18,283 N menjadi 19,476 N. Hasil ini lebih besar dari penelitian *flakes* kedelai putih tergerminasi. *Hardness flakes* berhubungan dan dipengaruhi oleh kadar air yang

terikat dalam matriks karbohidrat (Astuti *et al.*, 2019). Kadar air *flakes* yang semakin rendah akan menyebabkan semakin renyah *flakes*nya.

### Warna

Hasil uji Anova *flakes* menunjukkan tidak ada perbedaan yang nyata secara keseluruhan. Nilai penerimaan panelis untuk warna tertinggi pada perlakuan *flakes* kedelai putih tanpa germinasi dengan perbandingan tepung kedelai putih 30 g dan tepung ketan 70 g. Germinasi membuat warna *flakes* menjadi lebih gelap daripada penggunaan tepung kedelai tanpa germinasi dengan warna *flakes* lebih cerah. Panelis lebih menyukai warna yang cerah dengan rona kekuningan. Keberadaan protein juga memengaruhi warna menjadi lebih gelap (kecoklatan) dikarenakan terjadinya reaksi *Maillard*, reaksi yang terjadi antara gula-gula pereduksi dengan gugus amino bebas. Konsekuensi dari proses *Maillard* termasuk perubahan hidroksimetil furfural menjadi furfural dan terbentuknya senyawa melanoidin berwarna coklat melalui proses polimerisasi (Astuti *et al.*, 2019).

### Aroma

Aroma merupakan parameter yang sangat menunjang dalam meningkatkan penerimaan panelis. Aroma *flakes* secara keseluruhan menunjukkan perbedaan yang tidak nyata. Dapat diamati bahwa semakin lama germinasi dan penambahan kedelai, nilai aroma langu semakin menurun. Panelis lebih menyukai aroma dengan formulasi sedikit tepung kedelai dan tanpa germinasi. *Flakes* yang menggunakan tepung

kedelai putih tergerminasi sebanyak 30 g memiliki penilaian lebih baik namun menurun seiring bertambahnya kedelai putih.

Germinasi berpengaruh terhadap aroma *flakes* yang dihasilkan dikarenakan oleh aktivitas enzim lipoksigenase yang secara alami terdapat dalam kacang-kacangan. Enzim lipoksigenase akan memecah lemak dan menghasilkan heksanol. Salah satu akibat dari aktivitas enzim lipoksigenase adalah munculnya aroma *meaty*, *sulfur-like*, *sweet*, *mushroom* dan *soil* (Astuti *et al.*, 2019). Germinasi menyebabkan peningkatan asam amino yang berpengaruh terhadap aroma *flakes* akibat pemasakan. Asam amino pada *flakes* akibat pemasakan menghasilkan komponen volatil 3-ethyl-2,5-dimethylpyrazine dikarenakan reaksi *maillard*, biasanya diasosiasikan sebagai *meaty flavour* (Kaczmariska *et al.*, 2018).

### Tekstur

Analisis tekstur *flakes* berhubungan dengan kerenyahan. Kekuatan mekanis termasuk kekerasan, kekompakan, kekentalan, elastisitas, dan kerenyahan dapat diukur dalam tekstur melalui sensasi kinestetik pada otot tangan, jari, lidah, gigi dan bibir (Smith & Sangur, 2021). Informasi terperinci tentang hasil analisis dapat dilihat dalam tabel 2. Berdasarkan data yang ada terlihat bahwa secara keseluruhan terdapat perbedaan yang nyata antar sampel. Tekstur *flakes* mendapat penilaian tertinggi pada perlakuan dengan tepung kedelai putih germinasi 24 jam dengan perbandingan tepung kedelai putih 50 g dan tepung ketan 50 g.

Analisis tekstur berhubungan dengan *hardness*, dari hasil yang ada dapat dikatakan bahwa nilai *hardness* paling disukai tingkat *hardness* (kekerasan) sebesar 8,64 N. nilai *hardness* yang lebih rendah kurang disukai oleh panelis. Nilai *hardness* yang lebih tinggi menandakan *flakes* memiliki tekstur yang *crispy*. Penggunaan proporsi tepung yang seimbang pada pembuatan *flakes* ternyata lebih disukai oleh panelis. Pati pada tepung ketan berperan dalam kerenyahan dalam produk. Tingginya kandungan amilopektin dapat menghasilkan produk yang lebih mudah mengembang (Astuti *et al.*, 2019).

### Rasa

Rasa *flakes* umumnya adalah normal, gurih, sedikit manis serta terdapat rasa khas dari bahan baku penyusunnya (Arbaiyah, 2011). Penelitian ini menghasilkan rasa khas dari tepung kedelai dan

tepung ketan (Tabel 2). Hasil menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan dari rasa *flakes* antar sampel. Rasa *flakes* menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan antar beberapa sampel. Hal ini berhubungan dengan flavor baru yang terbentuk akibat germinasi. Aroma langu akan hilang setelah germinasi 24 jam kemudian digantikan dengan pembentukan flavor baru yang memengaruhi rasa. Flavor baru yang muncul perlu diidentifikasi lebih lanjut.

### Penerimaan secara keseluruhan (*Overall*)

Penilaian secara keseluruhan oleh panelis terhadap produk *flakes* tepung kedelai putih tergerminasi dan tepung ketan menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang nyata pada beberapa sampel. Hasil terbaik berada pada perlakuan kedelai putih germinasi 24 jam dengan perbandingan tepung kedelai putih 50 g dan tepung ketan 50 g, yaitu sebesar 3,65. Seiring bertambahnya waktu germinasi maka penilaian panelis meningkat sedangkan setelah 24 jam menurun. Faktor yang menyebabkan penurunan kesukaan oleh panelis pada *flakes* yang diproduksi dengan kedelai tergerminasi pada jam ke 48 adalah dari segi warna, aroma, tekstur, dan rasa. Menurut Kaczmariska *et al.* (2018), *flakes* dengan kedelai tergerminasi 48 jam, menghasilkan flavor khas seperti *meaty*, *sulfur-like*, *sweet*, *mushroom* dan *soil*, sedangkan pada sebelum germinasi aroma langu *beany odor* kedelai masih terasa. Semakin lama germinasi menghasilkan tekstur yang lebih keras. Dari segi warna semakin lama germinasi, warna dari *flakes* akan berwarna lebih pekat. Secara keseluruhan penerimaan panelis meningkat akibat perlakuan germinasi pada kedelai dan mulai menurun pada germinasi 48 jam.

## KESIMPULAN

Germinasi dapat menurunkan kadar lemak dan air serta dapat meningkatkan kadar protein, karbohidrat, serat kasar, aktivitas antioksidan dan flavonoid. Pengaruh germinasi pada analisis fisik dapat menurunkan persen rehidrasi dan meningkatkan *hardness flakes* yang dihasilkan. *Flakes* yang paling disukai oleh panelis adalah *flakes* dengan bahan kedelai germinasi 24 jam dengan komposisi tepung kedelai 70 g dan tepung ketan 30 g. *Flakes* tersebut mempunyai kadar air 5,83%, kadar abu 4,02%, kadar protein 28,32%, lemak 6,83%, karbohidrat 55,00%, serat kasar 22,73%, aktivitas antioksidan 16,11%, dan



flavonoid 1,58 mg QE/g, rehidrasi sebesar 36,80%, dan tingkat *hardness* sebesar 11,84 N. Germinasi biji-bijian yang digunakan sebagai bahan dasar *flake* dapat digunakan sebagai salah satu proses untuk meningkatkan kualitas *flake*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ai, N. S., & Ballo, M. (2010). Peranan air dalam perkecambahan biji. *Jurnal Ilmiah Science*, 10: 190-195.
- Amrinola, W., Sitanggang, A. B., Kusnandar, F., & Budijanto, S. (2022). Characterization of pigmented and non-pigmented flakes glutinous rice (ampiang) on chemical compositions, free fatty acids compositions, amino acids compositions, dietary fiber content, and antioxidant properties. *Food Science and Technology*, 2061, 1-7. <https://doi.org/10.1590/fst.86621>
- Arbaiyah. (2011). Sifat Organoleptik Es Krim dengan Penambahan Lada Hitam (*Piper nigrum* Linn). *Skripsi*. Fakultas Pertanian dan Peternakan. Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
- Astawan, M., & Hazmi, K. (2016). Karakteristik fisikokimia tepung kecambah kedelai. *Pangan*. 25(2), 105-112.
- Astawan, M., Wresdiyati, T., & Ichsan, M. (2016). Karakteristik fisikokimia tepung tempe kecambah kedelai. *Jurnal Gizi dan Pangan*. 11(1), 35-42.
- Astuti, S., S., S. A., & Anayuka, S. A. (2019). Sifat fisik dan sensori flakes pati garut dan kacang merah dengan penambahan tiwul singkong. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, 19(3), 232. <https://doi.org/10.25181/jppt.v19i3.1440>
- Auza, F. A., Badaruddin, R., & Aka, R. (2017). Peningkatan nilai nutrisi kulit ari biji kedelai yang difermentasi dengan menggunakan teknologi efektivitas mikroorganisme (EM-4) dan waktu inkubasi yang berbeda. *Indonesian Journal of Fundamental Sciences*, 3(2), 128. <https://doi.org/10.26858/ijfs.v3i2.4784>
- Bayu, B., & Aminah, S. (2008). Karakteristik fisik dan organoleptik sereal berbasis kecambah jagung-kedelai. *Cereal*. 28-37.
- Chu, Y-H., Chang, C-L., & Hsu, H-F. (2000). Flavonoid content of several vegetables and their antioxidant activity. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80(5), 561-566. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0010\(200004\)80:5%3C561::AID-JSFA574%3E3.0.CO;2-%23](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0010(200004)80:5%3C561::AID-JSFA574%3E3.0.CO;2-%23)
- Dewi, I. G. A. A. S. P., Ekawati, I. G. A., & Pratiwi, I. D. P. K. (2018). Pengaruh lama perkecambahan millet (*Panicum milliaceum*) terhadap karakteristik flakes. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*, 7(4), 175-183.
- Engelen, A. (2018). Analisis kekerasan, kadar air, warna dan sifat sensori pada pembuatan keripik daun kelor. *Journal of Agritech Science*, 2(1), 10-15.
- Fasuan, T. O., Asadu, K. C., Anyiam, C. C., Ojokoh, L. O., Olagunju, T. M., Chima, J. U., & Okpara, K. O. (2021). Bioactive and nutritional characterization of modeled and optimized consumer-ready flakes from pseudocereal (*Amaranthus viridis*), high-protein soymeal and modified corn starch. *Food Production, Processing and Nutrition*, 3(12), 1-13. <https://doi.org/10.1186/s43014-021-00057-x>
- Ferdiawan, N., & Dwiloka, D. B. (2019). Pengaruh lama waktu germinasi terhadap sifat fisik dan sifat kimia tepung kacang tolo (*Vigna unguiculata* L). *Jurnal Teknologi Pangan*, 3(2), 349-354.
- Firdarini, I. R., Kismiyati, & Manan, A. (2019). Chemical and sensory characteristics of flakes made from seaweed (*Eucheuma cottonii*) and soybean (*Glycine max* (L.) Merrill). *Earth and Environmental Science*, 236. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/236/1/012126>
- Indriani, C. (2015). Pengaruh Penggunaan Elisitor Polisakarida terhadap Aktivitas Antioksidan Kecambah Kedelai Hitam (*Glycine soja*). *Skripsi*. Universitas Brawijaya.
- Lien, D. T. P., Tram P. T. B., & Toan, H. T. (2017). Effect of germination on antioxidant capacity and nutritional quality of soybean seeds (*Glycine max* (L.) Merr.). *Can Tho University Journal of Science*, 06(August 2019), 93. <https://doi.org/10.22144/ctu.jen.2017.032>
- Lindani, A. (2016). Perbandingan pengukuran kadar air metode moisture analyzer dengan metode oven pada produk biskuit sandwich cookies di PT Mondelez Indonesia manufacturing. *Skripsi*. Bogor: Ilmu Dan Teknologi Pangan, IPB.
- Permana, R. A., Dwi, W., & Putri, R. (2015). Corn and kidney bean proportion and rice bran substitution's effect on physico-chemical characteristic of flake. *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*, 3(2), 734-742.
- Ramlah. (1997). Sifat Fisik Adonan Mie dan

- Beberapa Jenis Gandum dengan Penambahan Konsui, Telur dan Ubi Kayu. *Tesis*. Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.
- Sari, L. S., Wulandari, Y.W., & Mustofa, A. (2020). Sifat fisikokimia dan sensoris *flakes* tepung ampas kelapa dengan variasi lama pemanggangan. *Jitipari*, 5(2), 13–25. <https://doi.org/10.2307/3615019>
- Sattar, D-e-s., Fauqiha, A. t., Mohamed, M., Ali, T. M., & Hasnain, A. (2021). Comparative study on effects of adding germinated and non-germinated legumes on bioactive components, antioxidant, textural and sensory characteristics of cereal *flakes*. *Legume Science*, 3(1). <https://doi.org/10.1002/leg3.68>
- Situmorang, C., Swamilaksita, D. P., & Anugrah, N. (2017). Substitusi tepung kacang hijau dan tepung kacang kedelai pada pembuatan bean *flakes* tinggi serat dan tinggi protein sebagai sarapan sehat. *Universitas Esa Unggul*, 1–9.
- Smith, A., & Sangur, K. (2021). Organoleptic of food products made from gude bean (*Cajanus cajan*). *Edu Sciences Journal*, 2(1), 38–48. <https://doi.org/10.30598/edusciencevol2iss1pp38-48>
- Suriani. (2015). Analisis proksimat pada beras ketan varietas putih (*Oriza sativa glutinosa*). *Al Kimia*, 3(1), 92–102.
- Ullah, A., Munir, S., Badshah, S. ., Khan, N., Ghani, L., Poulson, B. G., Emwas, A., & Jaremko, M. (2020). Important Flavonoids and their role as a therapeutic agent. *Molecules*, 25(5243), 1–39. <https://doi.org/10.3390/molecules25225243>
- Ulum, M. S. (2017). Karakteristik *Flakes* Edamame (*Glicine max* L. Merrill) dengan Variasi Jenis dan Konsentrasi Bahan Pangan Berpati. Skripsi. Fakultas Pertanian, Universitas Jember.
- Waliyansyah, R. R. (2020). Identifikasi jenis biji kedelai (*Glycine max* L.) menggunakan gray level coocurance matrix (GLCM) dan K-means clustering. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 7(1), 17–26. <https://doi.org/10.25126/jtiik202071066>
- Wijayanti, I. I., Budiharjo, A., Pangastuti, A., & Prihapsara, F. E. A. (2018). Total phenolic content and antioxidant activity of ginger extract and SNEDDS with eel fish bone oil (*Anguilla* spp.). *Nusantara Bioscience*, 10(3), 164–169. <https://doi.org/10.13057/nusbiosci/n100306>
- Yen, G., & Chen, H. (1995). Antioxidant activity of various tea extracts in relation to their atimutagenicity. *Journal Agricultural and Food Chemistry*, 43(1), 27–32.

Copyright © The Author(s)



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