

Pengaruh Variasi Lama Pemanggangan dan Formulasi terhadap Aktivitas Antioksidan dan Karakteristik Fisikokimia Flakes Berbasis Tepung Ubi Ungu dan Bekatul

Hanayla Respati*, Mirna Dwi Wahyuni, Artika Eka Oktaviana, Nauval Faris Akbar, Alya Syifaun Nazila, Iffah Muflihati, Arief Rakhman Affandi, Rizky Muliani Dwi Ujianti, Rini Umiyati

Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas PGRI Semarang

*Email Korespondensi: ylaaahana@gmail.com

Abstrak

Flakes merupakan produk sereal siap saji yang memiliki potensi untuk dikembangkan menggunakan bahan pangan lokal yang bernilai gizi dan memiliki sifat fungsional. Ubi ungu merupakan sumber antosianin sebagai antioksidan alami, sedangkan bekatul mengandung serat pangan, mineral, dan senyawa bioaktif yang berpotensi meningkatkan nilai gizi produk. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perbandingan tepung ubi ungu dan tepung bekatul serta lama pemanggangan terhadap karakteristik fisikokimia, dan aktivitas antioksidan *flakes*. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan dua faktor, yaitu perbandingan tepung ubi ungu dan tepung bekatul (60:40 dan 75:25) serta lama pemanggangan (25 dan 30 menit). Parameter yang diamati meliputi ketahanan kerenyahan dalam susu, warna, tekstur (*hardness*), kadar air, kadar abu, kadar lemak, aktivitas antioksidan, serat kasar, dan uji sensori deskriptif. Data hasil pengujian dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA) dan dilanjutkan dengan uji pembeda apabila terdapat pengaruh nyata. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbandingan tepung ubi ungu dan tepung bekatul serta lama pemanggangan berpengaruh terhadap ketahanan kerenyahan dalam susu, warna, tekstur, kadar abu, dan kadar lemak. Proporsi bekatul yang lebih tinggi dengan lama pemanggangan 30 menit menghasilkan ketahanan kerenyahan, tekstur, dan kadar abu yang lebih baik. Sebaliknya, kadar air, aktivitas antioksidan, dan serat kasar tidak menunjukkan perbedaan nyata antar perlakuan. Uji sensori deskriptif menunjukkan seluruh formulasi memiliki karakteristik yang relatif serupa, dengan proporsi ubi ungu yang lebih tinggi menghasilkan warna lebih baik, sedangkan proporsi bekatul yang lebih tinggi menghasilkan tekstur lebih renyah. Berdasarkan seluruh parameter pengujian, formulasi tepung ubi ungu dan tepung bekatul 60:40 dengan lama pemanggangan 30 menit merupakan perlakuan terbaik.

Kata kunci: Aktivitas Antioksidan, Bekatul, Flakes, Pemanggangan, Ubi Ungu

Abstract

Flakes are ready-to-eat breakfast cereals that can be developed using local ingredients with nutritional and functional benefits. Purple sweet potato is a natural source of anthocyanins, while rice bran is rich in dietary fiber and minerals, making both ingredients promising for the development of functional breakfast products. This study aimed to determine the effect of the ratio of purple sweet potato flour to rice bran flour and baking time on the physical, chemical, and sensory characteristics of flakes. A factorial experimental design was applied using two factors, namely the ratio of purple sweet potato flour to rice bran flour (60:40 and 75:25) and baking time (25 and 30 minutes). The observed parameters included crispness retention in milk, color, texture (*hardness*), moisture content, ash content, fat content, antioxidant activity, crude fiber, and descriptive sensory evaluation. The data obtained were analyzed to determine the effect of each treatment combination on product quality. The results showed that the flour ratio and baking time significantly affected crispness retention in milk, color, texture, ash content, and fat content. A higher proportion of rice bran combined with a longer baking time produced flakes with better crispness retention, texture, and ash content, whereas moisture content, antioxidant activity, and crude fiber were not significantly affected by the treatments. Descriptive sensory evaluation indicated that all formulations had relatively similar sensory characteristics, although a higher proportion of purple sweet potato improved color and a higher proportion of rice bran enhanced crispness. Overall, the formulation containing a 60:40 ratio of purple sweet potato flour to rice bran flour with a baking time of 30 minutes was identified as the best treatment and has the potential to be developed as a functional breakfast cereal.

Keywords: Antioxidant Activity, Flakes, Purple Sweet Potato, Rice Bran, Roasting

PENDAHULUAN

Flakes merupakan salah satu produk sereal siap saji yang banyak dikonsumsi di berbagai negara karena praktis, memiliki daya simpan yang relatif panjang, dan mudah disajikan sebagai menu sarapan (Mulyani *et al.*, 2024). Seiring meningkatnya kesadaran masyarakat terhadap pola konsumsi sehat, pengembangan produk *flakes* tidak lagi hanya berorientasi pada aspek kepraktisan, tetapi juga diarahkan untuk menghasilkan pangan fungsional yang memiliki nilai gizi dan manfaat kesehatan yang lebih baik. Tren global menunjukkan bahwa pemanfaatan bahan pangan lokal yang kaya senyawa bioaktif sebagai bahan baku produk sereal menjadi salah satu strategi untuk meningkatkan kualitas gizi sekaligus mendukung sistem pangan berkelanjutan (Rawat *et al.*, 2023). Di Indonesia, pengembangan *flakes* berbasis komoditas lokal juga menjadi upaya diversifikasi pangan untuk mengurangi ketergantungan terhadap bahan baku impor serta meningkatkan nilai tambah hasil pertanian dalam negeri.

Salah satu komoditas lokal yang berpotensi dikembangkan sebagai bahan baku *flakes* adalah ubi ungu (*Ipomoea batatas* L.). Ubi ungu diketahui mengandung antosianin dalam jumlah tinggi yang berfungsi sebagai antioksidan alami dan berperan dalam menangkal radikal bebas, menghambat proses inflamasi, serta menurunkan risiko berbagai penyakit degeneratif (Pratiwi, 2020). Selain itu, ubi ungu juga mengandung serat pangan, pati yang didominasi amilopektin, serta berbagai mineral seperti kalium, magnesium, kalsium, dan seng yang mendukung nilai gizinya (Kurniasari *et al.*, 2021). Aktivitas antioksidan yang tinggi pada ubi ungu menjadikannya sebagai salah satu bahan pangan fungsional yang potensial untuk dikembangkan dalam berbagai produk olahan, termasuk *flakes* (Budyghifari *et al.*, 2022). Di sisi lain, bekatul sebagai hasil samping penggilingan padi masih belum dimanfaatkan secara optimal untuk konsumsi manusia, padahal bekatul mengandung serat pangan yang tinggi, asam lemak tidak jenuh, mineral, serta senyawa bioaktif seperti oryzanol dan tokoferol yang memiliki aktivitas antioksidan (Cantika *et al.*, 2024). Penambahan bekatul dalam formulasi produk pangan telah dilaporkan mampu meningkatkan kandungan serat, mineral, dan aktivitas antioksidan sehingga berpotensi menghasilkan produk dengan nilai fungsional yang lebih tinggi (Sapwarobol *et al.*, 2021).

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa pemanfaatan ubi ungu sebagai bahan baku *flakes* mampu meningkatkan aktivitas antioksidan serta menghasilkan warna alami yang menarik tetapi pada karakteristik tekstur dan kadar air produk masih dipengaruhi oleh formulasi bahan dan proses pengolahan (Jessica *et al.*, 2024). Selain itu, penambahan

bekatul diketahui dapat meningkatkan kandungan serat pangan dan nilai gizi *flakes*, meskipun penggunaan dalam jumlah yang terlalu tinggi berpotensi meningkatkan kekerasan produk serta menurunkan tingkat penerimaan sensoris (Gionte *et al.*, 2022). Selain formulasi bahan, proses pemanggangan juga menjadi faktor penting yang menentukan mutu *flakes* karena berpengaruh terhadap kadar air, tekstur, warna, serta kestabilan senyawa bioaktif. Pemanggangan yang terlalu lama dapat menyebabkan degradasi antosianin sehingga aktivitas antioksidan menurun, sedangkan kadar air yang semakin rendah dapat meningkatkan nilai *hardness* produk (Budyghifari *et al.*, 2022).

Berdasarkan uraian tersebut, masih terdapat keterbatasan penelitian yang mengkaji secara bersamaan pengaruh variasi rasio tepung ubi ungu dan bekatul serta lama pemanggangan terhadap aktivitas antioksidan dan karakteristik fisikokimia *flakes*. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pengaruh variasi rasio tepung ubi ungu dan bekatul serta lama pemanggangan terhadap aktivitas antioksidan dan karakteristik fisikokimia *flakes*. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar dalam menentukan formulasi dan kondisi pemanggangan yang optimal untuk menghasilkan *flakes* berbasis pangan lokal dengan aktivitas antioksidan tinggi, karakteristik fisikokimia yang baik, serta berpotensi dikembangkan sebagai produk pangan fungsional.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial yang terdiri atas dua faktor, yaitu rasio tepung ubi ungu dan bekatul serta lama pemanggangan. Faktor pertama adalah rasio tepung ubi ungu dan bekatul yang terdiri atas dua taraf, yaitu 60:40 (30 g : 20 g) dan 75:25 (37,5 g : 12,5 g) dari total campuran tepung sebanyak 50 g. Faktor kedua adalah lama pemanggangan, yaitu 25 menit dan 30 menit pada suhu di bawah 100°C. Setiap perlakuan dilakukan sebanyak tiga kali ulangan sehingga diperoleh 12 satuan percobaan. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Pangan Universitas PGRI Semarang, pada bulan April sampai Juni 2026.

Bahan utama yang digunakan meliputi tepung ubi ungu, bekatul, tepung tapioka, kuning telur, gula pasir, garam, air, butter, dan vanili bubuk. Bahan kimia yang digunakan dalam analisis antara lain aquades, kertas pH universal, kertas saring, benang, N-heksan, asam sulfat, natrium hidroksida, larutan DPPH, dan etanol. Peralatan yang digunakan dalam pembuatan *flakes* meliputi timbangan digital (*Samono*), pisau, baskom, spatula, rolling pin, loyang, kertas roti, cetakan, dan oven listrik (*Kris*). Peralatan analisis meliputi

penjepit besi, oven pengering (*Memmert UN55*), tanur (*Thermolyne F48010-33*), cawan alumunium, cawan porselin, neraca analitik (*OHAUS PX224*), desikator, soxhlet, *texture analyzer* (*Brookfield CTX*), *colorimeter* (*Soonda Digital Colorimeter Quick test WR-10*), *hot plate* (*Joanlab HS- 8PRO*), *vortex* (*Thermo Scientific LP 88880018*), sentrifugasi (*Hettich EBA 20*), spektrofotometer UV-Vis (*Genesys 10S UV-Vis Thermo Scientific*), stopwatch, serta peralatan gelas laboratorium.

Proses pembuatan *flakes* diawali dengan menyiapkan seluruh bahan sesuai formulasi perlakuan. Campuran tepung ubi ungu dan bekatul dibuat berdasarkan rasio 60:40 dan 75:25, kemudian ditambahkan tepung tapioka, kuning telur, gula, garam, air, butter, dan vanili bubuk, lalu diaduk hingga membentuk adonan. Adonan dipipihkan menggunakan rolling pin dengan ketebalan yang seragam, kemudian dicetak menjadi bentuk *flakes* dan disusun di atas loyang yang telah dialasi kertas roti. *Flakes* dipanggang menggunakan oven pada suhu di bawah 100°C sesuai perlakuan selama 25 menit dan 30 menit. Setelah pemanggangan selesai, *flakes* didinginkan hingga mencapai suhu ruang, kemudian disimpan dalam wadah kedap udara sebelum dilakukan pengujian.

Analisis yang dilakukan meliputi analisis proksimat berupa kadar air, kadar abu, kadar lemak, dan kadar serat kasar berdasarkan metode AOAC (2022). Selain itu dilakukan analisis aktivitas antioksidan menggunakan metode DPPH, analisis warna menggunakan colorimeter dengan parameter L*, a*, dan b*, analisis tekstur menggunakan *Texture Analyzer*, serta pengujian ketahanan kerenyahan dalam susu. Pengujian sensoris dilakukan menggunakan uji deskriptif oleh panelis semi terlatih untuk mengevaluasi atribut aroma, flavor, warna, rasa, kerenyahan, kekerasan, dan *fibrousness*.

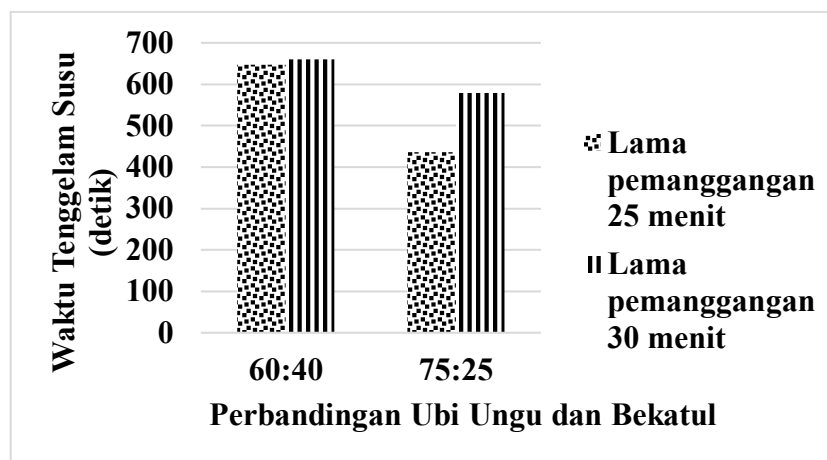
Data hasil pengujian dianalisis secara statistik menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) pada taraf kepercayaan 95%. Apabila terdapat perbedaan nyata antarperlakuan, maka dilanjutkan dengan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf signifikansi 5% menggunakan perangkat lunak SPSS versi 26. Hasil analisis disajikan dalam bentuk tabel dan diagram batang (*bar chart*) untuk mempermudah interpretasi hasil, kemudian dibahas secara deskriptif berdasarkan hasil analisis statistik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Ketahanan Kerenyahan dalam Susu

Ketahanan renyah susu adalah pengujian yang digunakan untuk mengetahui seberapa lama produk sereal mampu menjaga tekstur renyah setelah dicelupkan ke dalam susu (Budijanto *et al.*, 2017). Analisis ketahanan kerenyahan dalam susu dilakukan dengan

memasukkan 2 gram *flakes* ke dalam susu dengan volume 50ml lalu menyalakan timer dan mengamati hingga berapa lama *flakes* akan bertahan sebelum tenggelam (Mulyanita *et al.*, 2023). Ketahanan kerenyahan dalam susu menunjukkan bahwa *flakes* ubi ungu-bekatul memiliki waktu ketahanan berkisar antara 436–660 detik, dengan nilai tertinggi pada perlakuan 60:40 dengan lama pemanggangan 30 menit sebesar 660 detik dan terendah pada 75:25 dengan lama pemanggangan 25 menit sebesar 436 detik. Tingginya ketahanan pada 60:40 dengan lama pemanggangan 30 menit diduga dipengaruhi oleh lama pemanggangan yang lebih panjang dan proporsi bekatul yang lebih tinggi, sehingga menghasilkan kadar air yang lebih rendah serta struktur *flakes* yang lebih padat dan kompak.



Gambar 1. Hasil Analisis Ketahanan Kerenyahan *Flakes* Ubi Ungu-Bekatul dalam Susu

Kadar air yang rendah dapat memperlambat penyerapan susu sehingga kerenyahan produk dapat dipertahankan lebih lama, selain itu kandungan serat pada bekatul berperan dalam meningkatkan kepadatan struktur dan mengurangi porositas produk, sehingga laju penetrasi cairan menjadi lebih lambat (Budijanto *et al.*, 2017). Hasil ini yang menyatakan bahwa kadar air, struktur produk, dan komposisi bahan merupakan faktor utama yang memengaruhi ketahanan breakfast sereal terhadap susu. Dengan demikian, perlakuan 60:40 dengan lama pemanggangan 30 menit memiliki kemampuan terbaik dalam mempertahankan kerenyahan *flakes* selama perendaman dalam susu.

Warna

Warna adalah salah satu aspek fisik yang digunakan untuk mengevaluasi kualitas produk makanan. Warna tergantung pada suhu dan durasi pemanggangan yang memicu proses pencoklatan, sehingga membuat produk terlihat lebih cokelat (Bahrein *et al.*, 2021). Berdasarkan hasil pengujian warna, perlakuan 60:40 lama pemanggangan 25 menit

menghasilkan nilai L^* , a^* , dan b^* tertinggi, sedangkan perlakuan 75:25 lama pemanggangan 30 menit) menunjukkan nilai terendah. Nilai L^* berkisar antara 52,10–55,89 yang menunjukkan tingkat kecerahan produk. Penurunan nilai L^* pada perlakuan dengan waktu pemanggangan lebih lama menunjukkan bahwa warna *flakes* menjadi semakin gelap akibat terjadinya reaksi pencokelatan non-enzimatis selama pemanasan.

Tabel 1. Hasil Analisis Warna *Flakes* Ubi Ungu-Bekatul

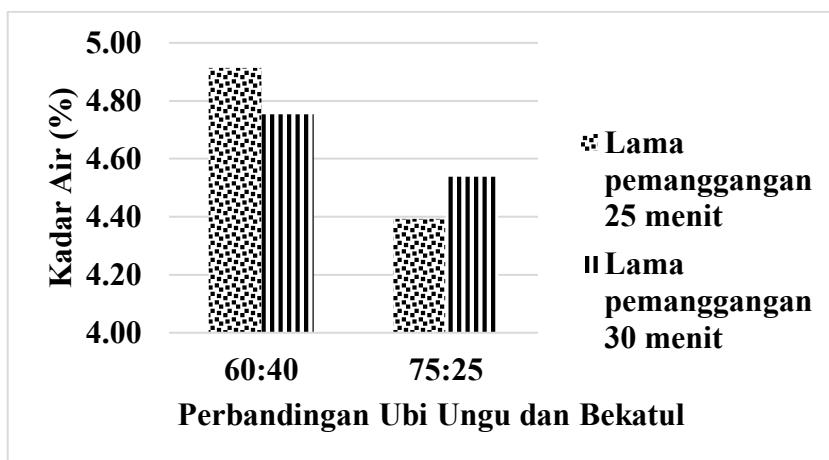
Sampel	L^*	a^*	b^*
60:40 pemanggangan 25 menit	55,89	13,30	4,86
60:40 pemanggangan 30 menit	53,61	12,64	3,63
75:25 pemanggangan 25 menit	52,75	13,10	3,01
75:25 pemanggangan 30 menit	52,10	12,56	2,93

Reaksi Maillard dan karamelisasi diketahui dapat menghasilkan senyawa berwarna coklat yang menyebabkan penurunan tingkat kecerahan produk pangan selama proses pemanggangan lain itu, peningkatan suhu dan lama pemanasan juga dapat mempercepat pembentukan pigmen coklat sehingga nilai L^* semakin menurun (Oracz *et al.*, 2019). Nilai a^* berkisar antara 12,56–13,30 dengan nilai tertinggi pada perlakuan 60:40 dengan lama pemanggangan 25 menit. Tingginya nilai a^* menunjukkan intensitas warna merah-keunguan yang lebih kuat akibat kandungan antosianin pada ubi ungu. Penurunan nilai a^* pada perlakuan dengan waktu pemanggangan lebih lama diduga disebabkan oleh degradasi antosianin akibat paparan panas yang dapat menurunkan stabilitas pigmen tersebut, sementara itu nilai b^* berkisar antara 2,93–4,86 dan cenderung menurun seiring bertambahnya lama pemanggangan. Penurunan nilai b^* menunjukkan berkurangnya intensitas warna kuning yang diduga disebabkan oleh kerusakan pigmen alami dan meningkatnya pembentukan pigmen coklat hasil reaksi Maillard selama proses pemanggangan (Firdianti *et al.*, 2025). Dengan demikian, perubahan nilai L^* , a^* , dan b^* pada *flakes* ubi ungu-bekatul dipengaruhi oleh stabilitas antosianin serta intensitas reaksi pencokelatan yang terjadi selama pemanggangan.

Kadar Air

Kadar air adalah jumlah air yang ada di dalam suatu produk makanan. Nilainya dipengaruhi oleh kadar air dalam bahan baku, kandungan protein, serta proses pengolahan yang menyebabkan air menguap (Hapsari *et al.*, 2022). Berdasarkan hasil analisis, kadar air *flakes* ubi ungu dan bekatul berkisar antara 4,39–4,91% dan tidak berbeda nyata antar perlakuan. Hal ini karena tepung ubi ungu dan tepung bekatul memiliki kadar air yang

relatif tidak jauh berbeda sehingga perubahan proporsi kedua bahan belum memberikan pengaruh yang signifikan. Perbedaan formulasi tepung ubi ungu dan bekatul tidak memberikan perbedaan nyata terhadap kadar air karena kedua bahan memiliki karakteristik kadar air yang relatif serupa (Vera *et al.*, 2018). Meskipun demikian, perlakuan dengan proporsi bekatul lebih tinggi pada perlakuan 60:40 cenderung memiliki kadar air yang lebih besar dibandingkan perlakuan dengan proporsi bekatul lebih rendah pada perlakuan 75:25. Bekatul mengandung serat pangan yang cukup tinggi sehingga mampu mengikat dan mempertahankan air dalam matriks produk selama proses pengolahan (Cantika *et al.*, 2024).



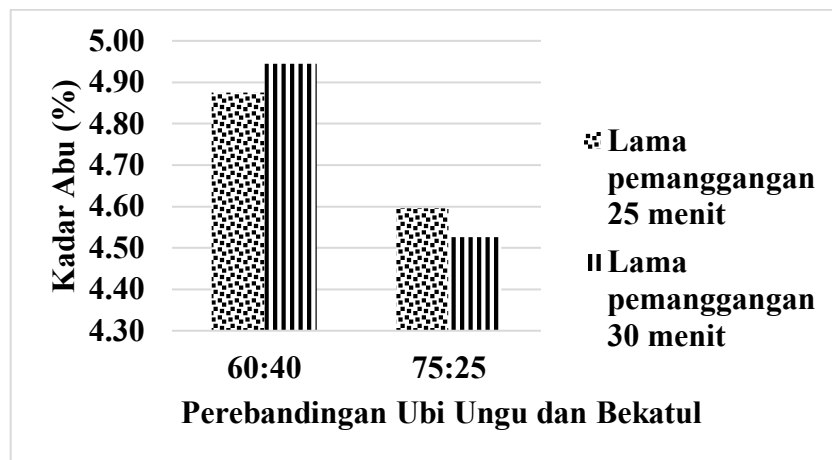
Gambar 2. Hasil Analisis Kadar Air *Flakes* Ubi Ungu-Bekatul

Secara umum, pemanasan menyebabkan sebagian air menguap sehingga kadar air produk menurun. Namun, pada penelitian ini lama pemanggangan 25 dan 30 menit belum menunjukkan perbedaan yang nyata karena selisih waktu yang relatif singkat. Selain itu, pati ubi ungu yang didominasi amilopektin memiliki kemampuan mempertahankan air yang telah terikat selama proses pemanasan, kandungan serat yang cukup tinggi pada ubi ungu juga berperan dalam menyerap dan menahan air sehingga penguapan air selama pemanggangan tidak berlangsung secara optimal, kondisi tersebut menyebabkan kadar air antar perlakuan relatif seragam meskipun terdapat perbedaan rasio bahan dan lama pemanggangan (Hapsari *et al.*, 2022).

Kadar Abu

Kadar abu menunjukkan berapa banyak mineral yang masih tertinggal setelah bagian yang bersifat organik terbakar. Semakin banyak abu yang ada, semakin tinggi juga kandungan mineral dalam makanan tersebut (Kristiandi *et al.*, 2021). Hasil analisis menunjukkan bahwa kadar abu *flakes* ubi ungu-bekatul berada pada kisaran 4,53-4,94%,

dengan nilai tertinggi pada perlakuan 60:40 dengan lama pemanggangan 30 menit sebesar 4,94% dan terendah pada 75:25 dengan lama pemanggangan 30 menit sebesar 4,53%. Tingginya kadar abu pada 60:40 lama pemanggangan 30 menit diduga disebabkan oleh proporsi bekatul yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan 75:25 lama pemanggangan 30 menit. Bekatul diketahui mengandung mineral seperti fosfor, kalium, magnesium, kalsium, dan besi yang berkontribusi terhadap peningkatan kadar abu produk pangan, semakin tinggi penambahan bekatul, maka semakin tinggi pula kandungan mineral dan residu anorganik yang tertinggal setelah proses pengabuan sehingga kadar abu cenderung meningkat (Gionte *et al.*, 2022).



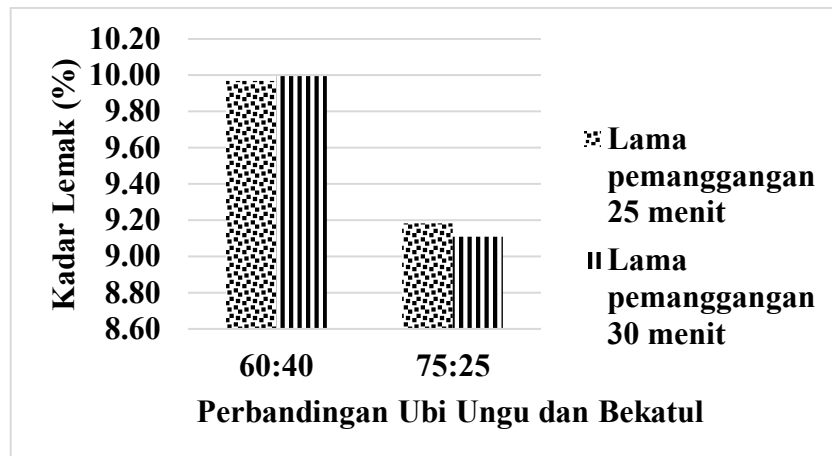
Gambar 3. Hasil Analisis Kadar Abu *Flakes* Ubi Ungu-Bekatul

Nilai kadar abu pada analisis ini berasal dari bekatul dan ubi ungu yang mengandung berbagai mineral seperti kalium, magnesium, kalsium, dan seng yang turut menyumbang nilai kadar abu produk, semakin besar kandungan mineral dalam bahan penyusun, maka kadar abu produk yang dihasilkan juga akan semakin meningkat (Firdausy *et al.*, 2023).

Kadar Lemak

Kadar lemak menunjukkan berapa banyak lemak yang ada dalam suatu produk makanan. Nilainya bisa tergantung pada suhu dan durasi pemanasan karena pemanasan yang terlalu lama bisa merusak lemaknya (Jamilah *et al.*, 2024). Kadar lemak *flakes* dipengaruhi oleh proporsi bekatul dan lama pemanggangan. Perlakuan 60:40 dengan lama pemanggangan 25 menit dan 60:40 dengan lama pemanggangan 30 menit dengan penambahan bekatul 40% menghasilkan kadar lemak lebih tinggi dibandingkan perlakuan 75:25 dengan lama pemanggangan 25 menit dan 75:25 dengan lama pemanggangan 30

menit yang mengandung bekatul 25%. Hal ini disebabkan bekatul memiliki kandungan lemak yang relatif tinggi, berkisar 15–25%, serta mengandung asam lemak tidak jenuh yang lebih banyak dibandingkan ubi ungu. Oleh karena itu, semakin tinggi proporsi bekatul yang ditambahkan, semakin tinggi pula kadar lemak produk yang dihasilkan, maka peningkatan substitusi bekatul pada produk pangan dapat meningkatkan kadar lemak karena bekatul merupakan fraksi biji padi yang kaya minyak (Goldstein, 2014).



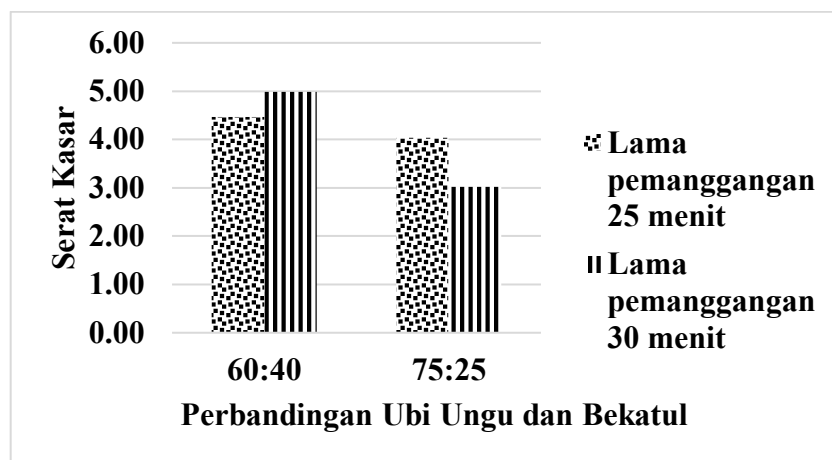
Gambar 4. Hasil Analisis Kadar Lemak *Flakes* Ubi Ungu-Bekatul

Lama pemanggangan juga berpengaruh terhadap kadar lemak *flakes*. Pada perlakuan 75:25 dengan lama pemanggangan 25 menit dan 75:25 dengan lama pemanggangan 30 menit, peningkatan waktu pemanggangan dari 25 menit menjadi 30 menit menyebabkan kadar lemak menurun, penurunan ini diduga terjadi akibat proses oksidasi dan degradasi lemak selama pemanasan, terutama pada lemak tidak jenuh yang lebih rentan terhadap kerusakan akibat suhu tinggi (Bahrein *et al.*, 2021). Namun, pada perlakuan 60:40 dengan lama pemanggangan 25 menit dan 60:40 dengan lama pemanggangan 30 menit, kadar lemak relatif tidak berbeda, menunjukkan bahwa pengaruh proporsi bekatul lebih dominan dibandingkan lama pemanggangan dalam menentukan kadar lemak *flakes*. Kandungan lemak bahan baku merupakan faktor utama yang memengaruhi kadar lemak akhir produk, sedangkan proses pemanasan umumnya hanya menyebabkan perubahan dalam jumlah yang relatif kecil apabila suhu dan waktu pemanasan masih dalam batas moderat (Tsai *et al.*, 2023).

Serat Kasar

Serat kasar adalah bagian dari karbohidrat yang tidak bisa dicerna oleh enzim-enzim dalam sistem pencernaan. Kandungan serat kasar adalah salah satu indikator penting

karena membantu meningkatkan nilai gizi dan menjaga kesehatan sistem pencernaan (Gionte *et al.*, 2022). Berdasarkan hasil analisis, kadar serat kasar *flakes* ubi ungu dan bekatul berkisar antara 3,02-4,99% dan tidak menunjukkan perbedaan yang nyata antar perlakuan. Hal ini diduga karena ubi ungu dan bekatul sama-sama merupakan sumber serat pangan sehingga perbedaan proporsi bahan dan lama pemanggangan diduga belum mampu menghasilkan perubahan kadar serat kasar yang signifikan, karena serat pangan relatif stabil terhadap proses pemanasan, sehingga pemanggangan selama 25–30 menit lebih banyak memengaruhi kadar air dan karakteristik fisik produk dibandingkan kandungan serat kasar (Prasetio *et al.*, 2021).



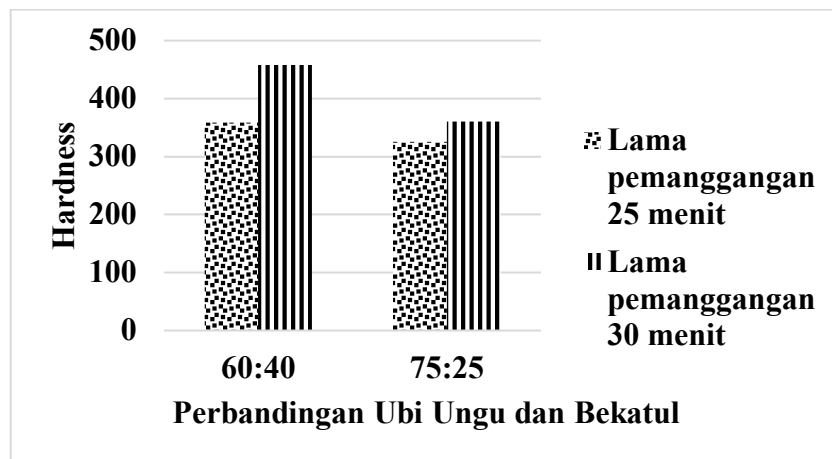
Gambar 5. Hasil Analisis Serat Kasar *Flakes* Ubi Ungu-Bekatul

Bekatul diketahui kaya akan serat tidak larut seperti selulosa, hemiselulosa, dan lignin yang berkontribusi terhadap peningkatan kandungan serat produk pangan (Gionte *et al.*, 2022). Sedangkan ubi ungu juga mengandung serat pangan yang cukup tinggi serta senyawa bioaktif yang mendukung nilai gizi produk. Dengan demikian, pengolahan termal pada *flakes* berbasis ubi ungu masih mampu mempertahankan kandungan serat pada produk akhir.

Tekstur

Analisis tekstur adalah untuk mengetahui kekerasan menunjukkan seberapa keras suatu produk, yang dipengaruhi oleh jenis bahan yang digunakan dan cara pengolahan produk tersebut dengan alat *Texture Analyzer* (Hermala *et al.*, 2020). Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai hardness *flakes* ubi ungu–bekatul berkisar antara 325,53–458,20 gf. Nilai tertinggi diperoleh pada perlakuan 60:40 dengan lama pemanggangan 30 menit sebesar 458,20 gf, sedangkan nilai terendah pada 75:25 dengan lama pemanggangan 25

menit sebesar 325,53 gf. Tingginya nilai hardness pada 60:40 dengan lama pemanggangan 30 menit diduga disebabkan oleh proporsi bekatul yang lebih tinggi, bekatul mengandung serat pangan yang dapat meningkatkan kepadatan struktur dan kekuatan mekanik produk sehingga tekstur menjadi lebih keras (Valerie *et al.*, 2026). Sebaliknya, proporsi ubi ungu yang lebih tinggi pada 75:25 dengan lama pemanggangan 25 menit menghasilkan tekstur yang lebih rapuh karena kandungan pati yang dominan membentuk struktur yang lebih ringan setelah proses pemanggangan (Rahman *et al.*, 2018).



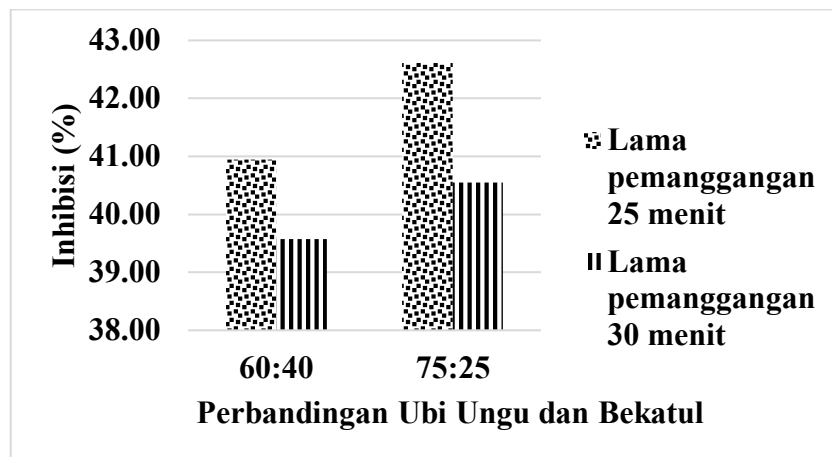
Gambar 6. Hasil Analisis Tekstur (*Hardness*) *Flakes* Ubi Ungu-Bekatul

Lama pemanggangan juga berpengaruh terhadap tekstur *flakes*, pemanggangan selama 30 menit menyebabkan penguapan air lebih besar sehingga kadar air menurun dan struktur produk menjadi lebih padat serta keras (Lathifah *et al.*, 2025). Selain itu, proses pemanasan memicu perubahan struktur pati yang turut meningkatkan kekompakan produk, peningkatan waktu pemanggangan juga dapat meningkatkan nilai kekerasan flakes akibat berkurangnya kadar air dan terbentuknya struktur yang lebih kompak (Rahmalia *et al.*, 2024). Dengan demikian, kombinasi proporsi bekatul yang lebih tinggi dan lama pemanggangan yang lebih panjang menghasilkan *flakes* dengan tekstur paling keras.

Aktivitas Antioksidan

Aktivitas antioksidan adalah kemampuan suatu bahan untuk melawan radikal bebas dengan memberikan elektron, sehingga mampu menghambat proses oksidasi yang dinyatakan dengan (% Inhibisi) (Febriani *et al.*, 2021). Berdasarkan hasil analisis, aktivitas antioksidan *flakes* ubi ungu-bekatul yang dinyatakan sebagai persen inhibisi berkisar antara 38,52–43,67%. Nilai persen inhibisi tertinggi diperoleh pada perlakuan 75:25 dengan lama pemanggangan 25 menit, sedangkan nilai terendah terdapat pada perlakuan

60:40 dengan lama pemanggangan 30 menit. Semakin tinggi nilai persen inhibisi menunjukkan semakin besar kemampuan senyawa antioksidan menangkap radikal bebas sehingga aktivitas antioksidannya semakin baik (Septian *et al.*, 2022). Meskipun terdapat perbedaan nilai inhibisi antarperlakuan, hasil analisis ragam menunjukkan tidak berpengaruh nyata ($p>0,05$) terhadap aktivitas antioksidan *flakes*.



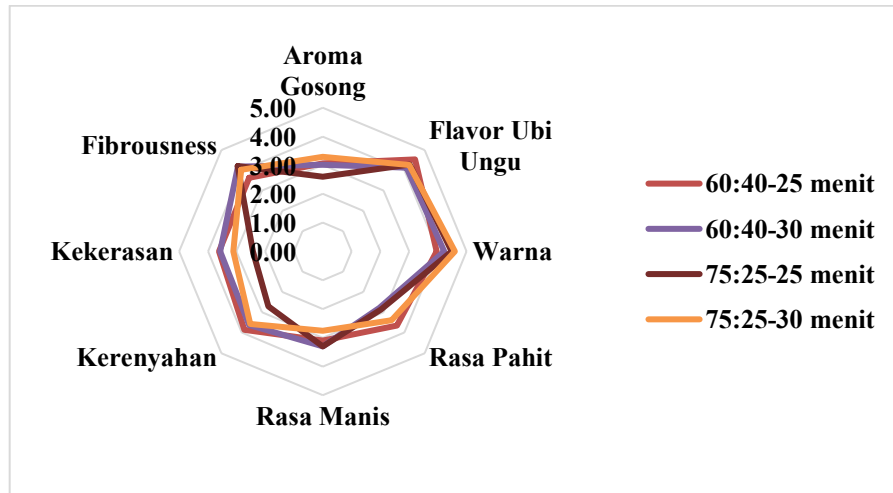
Gambar 7. Hasil Analisis Aktivitas Antioksidan *Flakes* Ubi Ungu-Bekatul

Tidak berbedanya aktivitas antioksidan antarperlakuan diduga karena perbedaan komposisi ubi ungu dan bekatul serta selisih lama pemanggangan yang hanya 25–30 menit belum cukup besar untuk menyebabkan perubahan kandungan senyawa antioksidan secara signifikan. Meskipun demikian, perlakuan 75:25 dengan pemanggangan 25 menit menunjukkan kecenderungan memiliki aktivitas antioksidan lebih tinggi, yang diduga karena kandungan ubi ungu yang lebih banyak serta waktu pemanggangan yang lebih singkat mampu mempertahankan senyawa antioksidan lebih baik dibandingkan pemanggangan selama 30 menit (Mahmudatussa'adah *et al.*, 2014).

Uji Sensori

Uji sensori deskriptif adalah cara mengevaluasi produk dengan menggambarkan sifat-sifat sensorisnya, seperti warna, bau, rasa, tekstur, dan tingkat kerenyahan, berdasarkan tingkat kekuatan masing-masing sifat tersebut (Herly *et al.*, 2025). Berdasarkan grafik radar uji sensori, keempat formulasi, yaitu 60:40 dengan lama pemanggangan 25 menit, 60:40 dengan lama pemanggangan 30, 75:25 dengan lama pemanggangan 25 menit, dan 75:25 dengan lama pemanggangan 30 menit, menunjukkan karakteristik sensori yang cenderung serupa pada seluruh atribut yang diamati. Formulasi 75:25 dengan lama pemanggangan 30 menit memperoleh skor tertinggi pada atribut warna

dan fibrousness, sedangkan 60:40 dengan lama pemanggangan 30 menunjukkan nilai yang lebih tinggi pada atribut rasa manis dan kerenyahan. Sementara itu, atribut aroma gosong, flavor ubi ungu, rasa pahit, dan kekerasan tidak memperlihatkan perbedaan yang berarti antar formulasi.



Gambar 8. Hasil Uji Sensori Metode Deskriptif *Flakes* Ubi Ungu-Bekatul

Secara umum, peningkatan proporsi ubi ungu memberikan pengaruh yang lebih nyata terhadap peningkatan intensitas warna dan karakter berserat produk dibandingkan atribut sensori lainnya. Selain itu, penambahan tepung ubi ungu dapat meningkatkan mutu sensori serta tingkat penerimaan panelis, dan mampu memperbaiki karakteristik fisikokimia serta organoleptik produk, terutama pada aspek warna dan tekstur (Paserang *et al.*, 2026).

KESIMPULAN DAN SARAN

Variasi perbandingan tepung ubi ungu dan bekatul serta lama pemanggangan berpengaruh terhadap karakteristik fisikokimia *flakes*, terutama pada ketahanan kerenyahan dalam susu, warna, tekstur, kadar abu, dan kadar lemak. Formulasi dengan proporsi bekatul yang lebih tinggi (60:40) dan lama pemanggangan 30 menit menghasilkan ketahanan kerenyahan dalam susu, tekstur, serta kadar abu yang lebih baik dibandingkan perlakuan lainnya. Sebaliknya, kadar air, aktivitas antioksidan, dan kadar serat kasar tidak menunjukkan perbedaan yang nyata akibat variasi formulasi maupun lama pemanggangan. Hasil uji sensori deskriptif menunjukkan seluruh perlakuan memiliki karakteristik yang relatif serupa, dengan formulasi 75:25 menghasilkan warna yang lebih baik, sedangkan formulasi 60:40 menghasilkan tekstur yang lebih renyah. Berdasarkan keseluruhan

parameter fisikokimia, aktivitas antioksidan, dan sensori, formulasi tepung ubi ungu dan bekatul 60:40 dengan lama pemanggangan 30 menit merupakan perlakuan terbaik dan berpotensi dikembangkan sebagai produk sereal sarapan fungsional berbasis pangan lokal. Untuk mendukung pengembangan produk tersebut, penelitian selanjutnya perlu melakukan pengujian umur simpan, analisis kandungan gizi yang lebih lengkap, serta uji penerimaan konsumen dalam skala yang lebih luas sehingga produk yang dihasilkan memiliki kualitas dan daya saing yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Anindita, T. H., Kusnandar, F., & Budijanto, S. (2020). Sifat fisikokimia dan sensoris beras analog jagung dengan penambahan tepung kedelai. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 31(1), 29–37. <https://doi.org/10.6066/jtip.2020.31.1.29>
- Bahrein, E., Nur, B. M., & Murlida, E. (2021). Pengaruh suhu dan waktu pemanggangan terhadap mutu fisik, kimia dan organoleptik pada biskuit ubi jalar ungu. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 6(2), 37–46. <https://doi.org/10.17969/jimfp.v6i2.17006>
- Budijanto, S., Sitanggang, A. B., Wiaranti, H., & Koesbiantoro, B. (2017). Pengembangan teknologi sereal sarapan bekatul dengan menggunakan twin screw extruder. *Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian*, 9(2), 63–69. <https://doi.org/10.21082/jpasca.v9n2.2012.63-69>
- Budyghifari, L., Laga, A., Sukendar, N. K., & Muhipdah. (2022). Efektivitas lama dan metode blansir terhadap kadar antosianin dan aktivitas antioksidan ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas* L.). *Jurnal Mutu Pangan: Indonesian Journal of Food Quality*, 8(2), 105–112. <https://doi.org/10.29244/jmpi.2021.8.2.105>
- Cantika, Z., Miranti, M., & Septiyani, A. T. (2024). Aktivitas antioksidan dan kandungan serat pangan biskuit campuran bekatul beras merah (*Oryza glaberrima*) dan ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas*). *Jurnal Teknologi Pangan Dan Kesehatan*, 2(2), 306–312.
- Febriani, Y., Ihsan, E. A., & Ardyati, S. (2021). Analisis fitokimia dan karakterisasi senyawa antosianin ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas*) sebagai bahan dasar lulur hasil budidaya daerah Jenggik Lombok. *Sinteza*, 1(1), 1–6. <https://doi.org/10.29408/sinteza.v1i1.3207>
- Firdausy, N., Rosida, D. F., & Winarti, S. (2023). Karakteristik kimia flakes dengan proporsi tepung jagung dan bunga matahari. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 11(1), 21–29.
- Firdianti, S. B., Mardiawan, A. P., & Mahmudi, K. (2025). Analisis konsep fisika pada teknologi roasting biji kopi. *Jurnal Ilmiah Kajian Multidisipliner*, 9(5), 108–122.
- Gionte, F., Limonu, M., & Liputo, S. A. (2022). Karakteristik dan daya terima flakes berbahan dasar tepung ubi jalar ungu terformulasi. *Jurnal Ilmiah Pengolahan Pangan*, 4(1), 34–44.
- Goldstein, M. C., & Goldstein, M. A. (2014). Rice bran oil. In *Healthy oils: Fact versus fiction* (pp. 235–240). ABC-CLIO. <https://doi.org/10.5040/9798400662560.ch38>

- Hapsari, D. R., Maulani, A. R., & Aminah, S. (2022). Karakteristik fisik, kimia, dan sensori flakes berbasis tepung uwi ungu (*Dioscorea alata* L.) dengan penambahan tepung kacang kedelai (*Glycine max* L.). *Jurnal Teknologi Pangan*, 8(2), 201–212.
- Jamilah, N., Hidayati, D., & Purwandari, U. (2024). Physical and chemical characteristic of snack bars from jewawut flour and mocaf as effect of temperature and roasting time. *JITIPARI (Jurnal Ilmiah Teknologi dan Industri Pangan UNISRI)*, 9(1), 20–31. <https://doi.org/10.33061/jitipari.v9i1.9369>
- Jessica, N. E. W. D. S., Wulandari, Y. W., & Fitriani, A. M. (2024). Karakteristik flakes ubi ungu (*Ipomoea batatas* L.) tepung gembili (*Dioscorea esculenta* L.) dengan variasi lama pengovenan. *Society, Environment, Development*, 5(2), 83–92. https://doi.org/10.53115/19975996_2024_02_083_092
- Kristiandi, K., Rozana, R., Junardi, J., & Maryam, A. (2021). Analisis kadar air, abu, serat dan lemak pada minuman sirop jeruk Siam (*Citrus nobilis* var. *microcarpa*). *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem*, 9(2), 165–171. <https://doi.org/10.21776/ub.jkptb.2021.009.02.07>
- Kurniasari, F. N., Rahmi, Y., Devina, C. I. P., Aisy, N. R., & Cempaka, A. R. (2021). Perbedaan kadar antosianin ubi ungu segar dan tepung ubi ungu varietas lokal dan Antin 3 pada beberapa alat pengeringan. *Journal of Nutrition College*, 10(4), 313–320. <https://doi.org/10.14710/jnc.v10i4.32071>
- Lathifah, R. L., & Supriatiningrum, D. N. (2025). Analisis komposisi kimia sereal berbasis tepung bekatul dan biji nangka sebagai pangan fungsional. *Jurnal Ilmu Gizi Indonesia*, 6(2), 280–295.
- Mahmudatussa'adah, A., Fardiaz, D., Andarwulan, N., & Kusnandar, F. (2014). Karakteristik warna dan aktivitas antioksidan antosianin ubi jalar ungu. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 25(2), 176–184. <https://doi.org/10.6066/jtip.2014.25.2.176>
- Mulyani, D., Rosida, D. F., & Yulistiani, S. P. (2024). Karakteristik sereal flakes tepung pra-masak jewawut. *Jurnal Teknologi Dan Industri Pangan*, 9(5), 7759–7777.
- Mulyanita, M., Rafiony, A., Trihardiani, I., Ginting, M., & Agusanty, S. F. (2023). Karakteristik fisikokimia dan organoleptik formulasi flakes tepung umbi kribang, kacang hijau dan kulit pisang. *Pontianak Nutrition Journal (PNJ)*, 6(2), 406–419. <https://doi.org/10.30602/pnj.v6i2.1238>
- Nainggolan, H., Tarigan, N., Sipahutar, E. G. L., Tampubolon, F. M., & Siregar, S. H. (2025). Uji sensori dan uji kadar kimia flakes berbahan dasar tepung porang (*Amorphophallus muelleri*) dan tepung kacang hijau (*Vigna radiata*). *Jurnal Kesehatan Amanah*, 9(1), 182–195. <https://doi.org/10.57214/jka.v9i1.836>
- Oracz, J., & Nebesny, E. (2019). Effect of roasting parameters on the physicochemical characteristics of high-molecular-weight Maillard reaction products isolated from cocoa beans of different Theobroma cacao L. groups. *European Food Research and Technology*, 245(1), 111–128. <https://doi.org/10.1007/s00217-018-3144-y>
- Paserang, A. D., & Maherawati, D. R. (2026). Karakteristik sensori cookies dengan substitusi tepung ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas* L.) termodifikasi fisik. *Jurnal Teknologi Pangan*, 10(1), 363–369.
- Prasetio, P. O., Deviyanti Puspita, I., & Fatmawati, I. (2021). Dietary Fiber and

- Organoleptic of Corn Bran Crackers with Addition of Bambara Groundnut Flour. *Journal of Food Technology and Nutrition*, 20(2), 130–138.
- Pratiwi, R. A. (2020). Pengolahan Ubi Jalar Menjadi Aneka Olahan Makanan : Review. *Jurnal Triton*, 11(2), 42–50. <https://doi.org/10.47687/jt.v11i2.112>
- Rahmalia, R. R., Yuliani, R., Yuanda, A. N. I., Khoerunnisa, F., & Sari, Y. P. (2024). The effect of composition purple sweet potato flour (*Ipomoea batatas* L.) and wheat on the physical, chemical and sensory properties in cookies. *Journal of Food and Agricultural Product*, 4(2), 80–89. <https://doi.org/10.32585/jfap.v4i2.5820>
- Rahman, N. A., Amanto, B. S., & Widowati, E. (2018). Karakteristik fisik, kimia, dan sensoris food bar tepung pisang (*Musa paradisiaca balbisiana*) dengan substitusi pati garut. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 10(1), 32–40.
- Rawat, M., Varshney, A., Rai, M., Chikara, A., Pohty, A. L., Joshi, A., Binjola, A., Singh, C. P., Rawat, K., Rather, M. A., & Gupta, A. K. (2023). A comprehensive review on nutraceutical potential of underutilized cereals and cereal-based products. *Journal of Agriculture and Food Research*, 12, Article 100619. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2023.100619>
- Sapwarobol, S., Saphyakhajorn, W., & Astina, J. (2021). Biological functions and activities of rice bran as a functional ingredient: A review. *Nutrition and Metabolic Insights*, 14, 1–11. <https://doi.org/10.1177/11786388211058559>
- Septian, M. T., Wahyuni, F. D., & Nora, A. (2022). Uji aktivitas antioksidan dengan metode DPPH dan identifikasi golongan metabolit sekunder pada daging ubi jalar dari berbagai daerah di Indonesia. *SPIN: Jurnal Kimia & Pendidikan Kimia*, 4(2), 185–196. <https://doi.org/10.20414/spin.v4i2.5734>
- Tsai, Y. H., Chiang, D., Li, Y. T., Perng, T. P., & Lee, S. (2023). Thermal degradation of vegetable oils. *Foods*, 12(9), Article 1839. <https://doi.org/10.3390/foods12091839>
- Valerie, G. Q., Fitriani, S., Riftyan, E., & Mohamad, N. J. (2026). Physicochemical and organoleptic properties of flakes made from Heat Moisture Treatment (HMT)-modified purple sweet potato. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 25(1), 11–23.
- Vera, N. T. N., Prarudiyanto, A., & Yasa, I. W. S. (2018). Pengaruh proporsi ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas* L.) dan tepung bekatul (*rice bran*) terhadap beberapa sifat mutu fisik dan sensoris bakpao. *Pro Food*, 4(2), 363–370. <https://doi.org/10.29303/profood.v4i2.71>