

KARAKTERISTIK ORGANOLEPTIK, FISIK, DAN KIMIA KUE PUTU AYU BERBASIS TEPUNG UBI JALAR PUTIH DENGAN FORTIFIKASI PASTA BIT

Physicochemical and Organoleptic Characteristics of Putu Ayu Cakes Made from White Sweet Potato Flour Fortified with Beet Paste

Viana Ugi Makarti¹, Octavianti Paramita²

Prodi Pendidikan Tata Boga, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang^{1,2}

*Corresponding author, e-mail: octavianti.paramita@mail.unnes.ac.id

ABSTRACT

This study aims to analyze the organoleptic and physicochemical characteristics of putu ayu cakes made with 100% white sweet potato flour substituted for wheat flour, as well as fortified with 30% beet paste as a natural colorant and source of antioxidants. This experimental study with a comparative test design compared the control formulation (P1: 100% white sweet potato flour) with the fortified formulation (P2: 100% white sweet potato flour and 30% beet paste). The parameters tested included hedonic quality assessment, acceptability testing, physical testing, and chemical testing. The hedonic quality assessment involved 3 expert panelists and 80 non-expert panelists for acceptability testing, each using a 1–9 rating scale. The results showed that the addition of beet paste to formulation P2 significantly ($p < 0.05$) increased aroma (8.67 ± 0.57) and overall acceptability (7.70 ± 0.70) compared to formulation P1 (control). Physically, P2 exhibited a sharp increase in red hue (a^) to 24.31. Chemically, beet pulp fortification increased moisture content to 50.86% and triggered a significant surge in antioxidant activity from 49.97% to 80.98% ($p = 0.001$). The conclusion of this study indicates that 30% beet pulp fortification optimally enhances the functional value and visual appeal of putu ayu cakes without reducing their sensory acceptability.*

Keyword: antioxidants, traditional cakes, beetroot paste, putu ayu cakes, white sweet potato

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik organoleptik dan fisikokimia kue putu ayu substitusi 100% tepung terigu dengan tepung ubi jalar putih, serta fortifikasi 30% pasta bit sebagai pewarna alami dan sumber antioksidan. Penelitian eksperimental dengan desain uji komparatif ini membandingkan formulasi kontrol (P1: 100% tepung ubi jalar putih) dengan formulasi fortifikasi (P2: 100% tepung ubi jalar putih dan 30% pasta bit). Parameter yang diuji meliputi uji mutu hedonik, uji kesukaan, uji fisik, dan uji kimiawi. Uji mutu hedonik melibatkan 3 panelis ahli dan 80 panelis tidak ahli untuk uji kesukaan, dengan masing-masing menggunakan skala penilaian 1 sampai 9. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan pasta bit pada formulasi P2 secara signifikan ($p < 0,05$) meningkatkan aroma ($8,67 \pm 0,57$) dan kesukaan keseluruhan ($7,70 \pm 0,70$) dibandingkan formulasi P1 (kontrol). Secara fisik, P2 menunjukkan peningkatan rona merah (a^*) yang tajam menjadi 24,31. Secara kimiawi, fortifikasi pasta bit meningkatkan kadar air menjadi 50,86% dan memicu lonjakan aktivitas antioksidan yang signifikan dari 49,97% menjadi 80,98% ($p = 0,001$). Simpulan penelitian ini menunjukkan bahwa fortifikasi 30% pasta bit secara optimal meningkatkan nilai fungsional dan daya tarik visual kue putu ayu tanpa menurunkan penerimaan sensorisnya.

Kata kunci: antioksidan, kue tradisional, pasta bit, kue putu ayu, ubi jalar putih

How to Cite: Viana Ugi Makarti¹, Octavianti Paramita². 2026. Karakteristik Organoleptik, Fisik, dan Kimia Kue Putu Ayu Berbasis Tepung Ubi Jalar Putih dengan Fortifikasi Pasta Bit. Jurnal Pendidikan Tata Boga dan Teknologi, Vol 7 (1): pp. 151-160, DOI: 10.24036/jptbt.v7i1.27179



PENDAHULUAN

Kue putu ayu merupakan salah satu jenis kue tradisional Indonesia yang sangat populer di berbagai kalangan masyarakat. Kue ini diklasifikasikan sebagai kue semi-basah yang memiliki tekstur empuk dan aroma khas pandan. Umumnya kue ini dibuat menggunakan tepung terigu, gula pasir, telur, santan, serta kelapa parut, yang kemudian dikukus menggunakan cetakan khusus (Syajida et al., 2025).

Di sisi lain, tepung terigu merupakan salah satu komoditas pangan impor utama Indonesia. Dari sisi konsumsi, berdasarkan data yang diperoleh dari Survei Sosial Ekonomi Nasional (SUSENAS) menunjukkan adanya fluktuasi konsumsi tepung terigu di Indonesia selama periode 2020-2024. Pada tahun 2020, tercatat konsumsi tepung terigu dalam rumah tangga sebesar 2,455 kg/kapita/tahun. Konsumsi tepung terigu tersebut meningkat menjadi 2,700 kg/kapita/tahun pada tahun 2024, hal ini menunjukkan bahwa konsumsi tepung terigu kian mendominasi masyarakat Indonesia. Ketergantungan yang tinggi pada bahan pangan impor menyoroti pentingnya inovasi untuk mengurangi penggunaan tepung terigu. Salah satu upaya yang potensial adalah melalui diversifikasi kue putu ayu berbahan komoditas lokal yang memiliki nilai gizi unggul, yaitu dengan melakukan substitusi total tepung terigu menggunakan 100% tepung ubi jalar putih.

Ubi jalar putih (*Ipomoea batatas L.*) memiliki potensi besar untuk dikembangkan sebagai bahan pangan, karena hasil panen yang melimpah dan dapat dipanen sepanjang tahun di Indonesia. Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa tanaman ini kaya akan metabolit aktif, seperti flavanoid, asam fenolik, karotenoid, dan antosianin, yang berkontribusi terhadap aktivitas antioksidan, antiinflamasi, antidiabetes, hingga efek hepatoprotektif (Elgabry et al., 2023; Laverino-Santos et al., 2022). Studi yang dilakukan oleh Histifarina et al. (2023) menunjukkan bahwa, pemanfaatan tepung ubi jalar putih sebagai pengganti tepung terigu dalam produk pangan dapat meningkatkan nilai gizi dan nilai ekonomi komoditas lokal. Meskipun unggul secara gizi, penggunaan 100% tepung ubi jalar putih menghasilkan produk dengan warna yang pudat dan kurang menarik secara visual, sehingga diperlukan upaya fortifikasi untuk meningkatkan daya tarik sensorisnya. Untuk mengatasi kelemahan tersebut sekaligus meningkatkan fungsional produk, maka perlu penambahan bahan lain, salah satunya adalah pasta bit.

Bit (*Beta vulgaris L.*) menawarkan potensi signifikan sebagai bahan fungsional karena profil nutrisinya yang luar biasa dan senyawa bioaktifnya yang unik, seperti betanin (Agyei-Poku et al., 2025). Betanin adalah antioksidan yang kuat yang diekstraksi dari bit. Bukti menunjukkan bahwa betanin dapat mengurangi risiko beberapa jenis kanker, penyakit kardiovaskular, dan penyakit serebrovaskular, serta membantu mencegah kerusakan hati dan ginjal (Chen et al., 2021). Penelitian yang dilakukan oleh Mahrita et al. (2021) menunjukkan bahwa, penambahan pasta bit sebagai pewarna alami getuk lindri berpengaruh nyata terhadap kadar air, aktivitas antioksidan, dan sensori. Penelitian lain juga menunjukkan bahwa, penambahan 30% pasta bit pada *cupcake* unggul dalam mempertahankan karakteristik tekstur dan mencapai tingkat warna yang diinginkan (Agyei-Poku et al., 2025).

Hingga saat ini, penelitian mengenai kue putu ayu umumnya masih terbatas pada substitusi tepung atau penggunaan pewarna alami hijau dari daun pandan atau daun suji. Penelitian yang menganalisis penggunaan 100% tepung ubi jalar putih dengan fortifikasi 30% pasta bit sebagai agen pewarna sekaligus sumber antioksidan masih sangat terbatas. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik mutu hedonik (aroma, rasa, dan tekstur), kesukaan (warna, roma, rasa, tekstur, dan keseluruhan), fisik (warna), dan kimiawi (kadar air dan aktivitas antioksidan) kue putu ayu dengan 100% tepung ubi jalar putih dan fortifikasi 30% pasta bit. Hasil penelitian diharapkan dapat menghasilkan formulasi kue putu ayu yang disukai oleh konsumen dengan kadar air dan aktivitas antioksidan yang terukur.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dalam kurun waktu dua bulan, terhitung mulai dari bulan Desember 2025 hingga Januari 2026. Pembuatan formulasi dilakukan di Laboratorium Pastry & Bakery, Universitas Negeri Semarang. Uji kimiawi dilakukan di Laboratorium Cendekia Nanotech Utama (CNH) di Jl. Madusari I No.76, Plamongan Sari, Kec. Pedurungan, Kota Semarang, Jawa Tengah 50199.

Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya, *Colorimeter*, timbangan digital dengan tingkat ketelitian tinggi, blender (*Philips HR 1791*), wadah tertutup, baskom, mixer (*Philips HR 1538*), sendok teh, mangkuk kecil, spatula, cetakan kue putu ayu, kuas minyak, panci pengukus (*Freemir*), *peeler*, pisau, dan talenan.

Bahan

Bahan utama yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari, bit segar yang diperoleh dari pedagang lokal di Kabupaten Semarang dan tepung ubi jalar putih (*Hasil Bumiku*, Bantul). Bahan pelengkap lainnya, meliputi gula pasir (*Gulaku*), telur ayam, santan instan (*Sasa*), kelapa parut tua yang diperoleh melalui

platform digital Sipasar, SP (*Koepoe-Koepoe*), pasta vanilli (*Red Bell*), garam dapur (*Refina*), dan minyak sayur (*Fortune*).

Metode

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan desain Uji Komparatif. Formula yang diuji terdiri dari dua formulasi, yaitu P1 dengan penggunaan 100% tepung ubi jalar putih sebagai kontrol dan P2 dengan penggunaan 100% tepung ubi jalar putih dan fortifikasi 30% pasta bit.

Tabel 1. Formulasi Bahan

Bahan	Formulasi	
	P1	P2
1. Bit segar (g)	0	30
2. Tepung ubi jalar putih (g)	100	100
3. Gula Pasir (g)	100	100
4. Telur (g)	90	90
5. Emulsifier (g)	2	2
6. Santan instan (g)	65	65
7. Air mineral (g)	70	70
8. Kelapa parut tua (g)	100	100
9. Vanilla ekstrak (g)	1	1
10. Garam (g)	1	1
11. Minyak sayur (g)	5	5

Keterangan: Penambahan pasta bit 30% pada formulasi P2 dihitung dari berat total tepung ubi jalar putih yang digunakan ($30\% \times 100 \text{ g} = 30 \text{ g}$). Pasta bit dikategorikan sebagai bahan tambahan bukan pengganti cairan. Oleh karena itu, jumlah air mineral dan santan pada P1 dan P2 tetap sama.

Uji Mutu Hedonik (Skoring)

Uji mutu hedonik dilakukan oleh tiga orang panelis ahli dengan parameter penilaian aroma, rasa, dan tekstur menggunakan skala 1-9. Skala tersebut digunakan untuk menggambarkan sifat fisik kedua formulasi, di mana angka 1 mewakili nilai terendah dan angka 9 sebagai nilai tertinggi.

Uji Kesukaan

Uji kesukaan melibatkan 80 panelis tidak terlatih, terdiri dari mahasiswa Universitas Negeri Semarang aktif pada rentang semester 3 hingga 7, usia 18 hingga 25 tahun. Dengan ketentuan 40 panelis laki-laki dan 40 panelis perempuan. Pemilihan panelis dilakukan secara acak tanpa mempertimbangkan kebiasaan konsumsi tertentu. Uji ini menilai tingkat kesukaan warna, aroma, rasa, tekstur, dan keseluruhan dengan menggunakan skala hedonik 1-9. Skala hedonik sembilan poin umum digunakan karena sederhana, akurasi, dan ketepatannya, meskipun sering dikritik terutama karena efek akhir, yaitu untuk menghindari kategori ekstrem dan kurangnya interval hedonik yang sama antar kategori (Stone et al., 2012).

Uji Fisik

Uji fisik parameter warna dilakukan secara objektif menggunakan Metode *Engelen* (2017), peneliti menggunakan alat pendeteksi warna yaitu *Colorimeter*. Pengujian warna dilakukan secara objektif dengan tiga kali ulangan pada titik permukaan yang berbeda untuk memastikan keakuratan data. Alat tersebut dapat menentukan perbedaan antara warna menggunakan koordinat L^*a^*b . Menurut CIE (*Commission International de l'Eclairage*), ruang warna L^*a^*b berarti tidak ada dua warna yang dapat menjadi warna merah-hijau pada waktu yang sama, atau kuning-biru pada waktu yang sama (Suna et al. 2024). Alat ini bekerja dengan menampilkan komponen-komponen warna tersebut, yaitu warna hitam (gelap), putih (terang), merah, hijau, kuning, dan biru, berdasarkan cahaya yang diserap oleh formulasi. Rumus warna:

$$\Delta E_{ab}^* = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta A)^2 + (\Delta B)^2}$$

Analisis Kimiawi

Analisis kimiawi dalam penelitian ini mencakup pengujian kadar air dengan metode *Thermogravimetri*, serta aktivitas antioksidan melalui metode penangkapan radikal bebas atau *Radical Scavenging Activity* (RSA). Seluruh rangkaian uji kimiawi tersebut dilakukan dengan dua kali pengulangan (duplo) untuk memastikan keakuratan data. Kadar didefinisikan sebagai jumlah air yang terkandung dalam suatu bahan yang dinyatakan dalam satuan persen (%) (Sangga & Widyawati, 2021). Pengukuran kadar air dengan metode *Thermogravimetri* dilakukan melalui proses pengeringan formulasi hingga mencapai berat stabil pada akhir proses pengeringan (Safitri & Hakiki, 2024). Pengukuran absorbansi dilakukan menggunakan *UV-Vis Spectrophotometry* (spektrofotometri ultraviolet-tampak) pada panjang gelombang 515 nm. Aktivitas

antioksidan kedua formulasi ditentukan berdasarkan besarnya hambatan serapan radikal DPPH melalui perhitungan persentase inhibisi dengan rumus berikut:

$$\% \text{ Inhibisi} = \frac{\text{Serapan Kontrol} - \text{Serapan Sampel}}{\text{Serapan Kontrol}} \times 100\%$$

Analisis Data

Data uji mutu hedonik yang dilakukan oleh panelis ahli dianalisis secara deskriptif untuk memberikan gambaran mendalam mengenai karakteristik produk. Selanjutnya, data uji kesukaan dari 80 panelis tidak terlatih dianalisis menggunakan *Wilcoxon Signed Rank Test* karena hasil uji normalitas *Shapiro-Wilk* menunjukkan bahwa data tidak berdistribusi normal. Uji fisik pada parameter warna diuji secara objektif menggunakan alat *Colorimeter* untuk mendapatkan informasi numerik spesifik berdasarkan kombinasi warna yang telah ditentukan. Data pengujian kimiawi berupa kadar air dan aktivitas antioksidan dari laboratorium dianalisis menggunakan *Independent Sample T-Test*. Seluruh rangkaian analisis data ini dilakukan dengan bantuan perangkat lunak IBM SPSS *Statistics 25*.

Pembuatan Pasta Bit

Proses pembuatan pasta bit pada penelitian ini mengacu pada Agyei-Poku et al. (2025) yang dimodifikasi. Bit segar dicuci sampai bersih dengan air mengalir dan ditiriskan hingga kering sempurna. Selanjutnya bit dikupas menggunakan *peeler* dan dipotong dadu seragam. Bit yang sudah dipotong kemudian dihaluskan menggunakan blender *Philips* tanpa penambahan air. Proses ini dilakukan dalam kondisi yang dikontrol secara ketat untuk memastikan konsistensi dan kualitas (Agyei-Poku et al., 2025). Proses penghalusan dilakukan pada tingkat kecepatan 1 dengan waktu 5 menit. Pasta yang dihasilkan menunjukkan konsistensi yang halus dan homogen. Setelah proses penghalusan selesai, pasta disimpan dalam wadah tertutup yang steril dan didinginkan dengan suhu 4°C selama maksimal 24 jam sebelum digunakan, hal ini bertujuan untuk menjaga kesegaran dan mencegah pertumbuhan mikroba.

Pembuatan Kue Putu Ayu

Proses pembuatan kue putu ayu pada penelitian ini mengacu pada Kiromi et al. (2023) yang dimodifikasi. Langkah pertama yaitu campurkan kelapa parut dengan ½ sdt garam secara merata, kemudian kukus selama 10 menit dengan api sedang. Pasta bit yang sudah dibuat dikeluarkan dari lemari pendingin. Kedua bahan tersebut disisihkan hingga mencapai suhu ruang. Campurkan santan instan, air mineral, dan pasta bit, aduk hingga merata. Gula pasir, telur, SP, dan pasta vanilli dimixer bersamaan selama 5 menit dengan kecepatan tinggi, hingga teksturnya menjadi putih berjejak. Selanjutnya masukkan campuran santan dan pasta bit secara bergantian dengan tepung ubi jalar putih. Aduk manual menggunakan spatula hingga adonan tercampur. *Mixer* kembali dengan kecepatan rendah selama 1 menit, hal ini bertujuan agar adonan tercampur merata. Panaskan panci pengukus dengan api sedang. Oles tipis cetakan kue putu ayu dengan minyak sayur, masukkan kelapa kukus ke dalam cetakan, lakukan dengan sedikit ditekan agar kelapa tidak hancur saat dituang adonan. Masukkan adonan ke dalam cetakan hingga terisi penuh, kemudian hentakkan untuk menghilangkan udara yang terperangkap, kemudian kukus selama 25 menit.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 2. Analisis Statistik Uji Mutu Hedonik (Skoring)

Parameter	MEAN ± SD	
	P1	P2
Aroma	7,00 ± 0,00	8,67 ± 0,57
Rasa	7,67 ± 1,15	7,67 ± 2,3
Tekstur	8,33 ± 0,57	8,00 ± 0,00

Keterangan: Data disajikan dalam bentuk rata-rata (*Mean*) dan standar deviasi (SD) dari penilaian panelis ahli.

Uji Mutu Hedonik (Skoring)

Pengujian inderawi adalah metode untuk menganalisis sifat fisik atau karakteristik khusus bahan pangan menggunakan indera manusia (penglihatan, rasa, sentuhan, penciuman, dan pendengaran) (Hastuti, 2017).

Aroma

Skor aroma pada formulasi P1 berada di angka $7,00 \pm 0,00$ (kategori kurang harum), namun meningkat tajam pada formulasi P2 menjadi $8,67 \pm 0,57$ yang mendekati kriteria harum. Secara deskriptif, peningkatan ini menunjukkan bahwa proses pengukusan efektif dalam meminimalkan aroma tanah atau apek yang umumnya menjadi ciri khas bit. Hasil ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Agyei-Poku et al. (2025), yang melaporkan bahwa penggunaan pasta bit dalam proporsi yang sama menghasilkan skor aroma yang tinggi dan sangat disukai. Temuan serupa juga dilaporkan oleh Soutelino et al. (2023), di mana perlakuan suhu pada produk yang diperkaya bit dapat mengubah profil senyawa volatil menjadi aroma yang lebih lembut dan meningkatkan penerimaan panelis.

Rasa

Kedua formulasi memiliki skor rata-rata rasa yang identik sebesar $7,67 \pm 1,15$ (P1) dan $7,67 \pm 2,31$ (P2). Penilaian ini menunjukkan bahwa tingkat kemanisan produk yang secara sensoris masuk dalam kategori "kurang manis" hingga "agak manis". Penambahan pasta bit pada P2 tidak mengubah rasa manis secara signifikan karena gula alami di dalamnya (glukosa, fruktosa, dan sukrosa) memiliki konsentrasi dan intensitas kemanisan yang lebih rendah dibanding sukrosa murni. Hal ini sejalan dengan temuan Paredes et al. (2025) yang menyebutkan bahwa gula pasir memiliki ambang rasa lebih kuat daripada gula nabati. Selain itu, Agyei-Poku et al. (2025) melaporkan bahwa penggunaan 20–30% bit pada cupcake tidak mengubah skor rasa secara signifikan, dengan tingkat penerimaan tetap pada skala "suka". Sejalan dengan itu, Flores-Mancha et al. (2021) juga mencatat bahwa fermentasi dan perlakuan termal pada yoghurt yang ditambah ekstrak bit mampu memodifikasi profil rasa menjadi lebih diterima, tanpa menurunkan skor hedonik panelis.

Tekstur

Skor tekstur pada formulasi P1 mencapai $8,33 \pm 0,57$, sedikit melampaui P2 yang berada di angka $8,00 \pm 0,00$. Temuan ini sejalan dengan studi Agyei-Poku et al. (2025), yang menyebutkan bahwa penggunaan 30% pasta bit pada formulasi cupcake menghasilkan tekstur yang lebih lembut dan kohesif dibanding bentuk bubuk, dengan skor sensorik yang tidak berbeda jauh dari kontrol. Secara teknis, penggunaan pasta memang lebih menguntungkan karena tidak memicu kekerasan produk dibandingkan dengan penggunaan bubuk bit. Sedikit penurunan skor pada P2 juga bisa dijelaskan melalui laporan Ambarwati et al. (2020), di mana peningkatan konsentrasi pasta bit cenderung meningkatkan viskositas adonan sehingga sedikit memengaruhi kelembutan. Namun, P2 tetap punya daya tarik karena kandungan serat tidak larutnya seperti selulosa, hemiselulosa, pektin, dan lignin yang berfungsi sebagai penguat matriks dan pembentuk struktur. Pektin bit mampu membentuk jaringan gel yang mengikat kelembapan, menciptakan tekstur padat namun tetap empuk. Sementara itu, serat tak larutnya berperan sebagai kerangka yang menjaga integritas produk. Dengan kemampuan pasta bit dalam menjaga kelenturan dan kohesivitas yang lebih baik dari pada bubuk (Agyei-Poku et al., 2025), formulasi P2 tetap berada pada kategori "suka". Hal ini memperkuat rekomendasi bahwa penggunaan pasta bit hingga 30% adalah batas aman untuk tetap menjaga kualitas tekstur produk.

Tabel 3. Analisis Statistik Uji Kesukaan

Parameter	Kue Putu Ayu 100% Ubi Jalar Putih Fortifikasi 30% Pasta Bit		P-Value
	MEAN \pm SD		
	P1	P2	
Warna	$7,31 \pm 1,06^{\alpha}$	$7,24 \pm 1,05^{\alpha}$	0,768
Aroma	$7,44 \pm 0,91^{\alpha}$	$7,49 \pm 0,89^{\alpha}$	0,620
Rasa	$7,68 \pm 0,90^{\alpha}$	$7,50 \pm 0,95^{\alpha}$	0,130
Tekstur	$7,53 \pm 1,02^{\alpha}$	$7,55 \pm 0,99^{\alpha}$	0,826
Keseluruhan	$7,10 \pm 0,52^{\alpha}$	$7,70 \pm 0,70^b$	0,000*

Keterangan: Notasi huruf yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan signifikan berdasarkan uji *Wilcoxon Signed Rank Test* pada taraf kepercayaan 95% ($\alpha = 0,05$). Tanda asterisk (*) pada nilai *P-Value* menunjukkan signifikansi statistik ($p < 0,05$).

Uji Kesukaan

Pengujian ini dilakukan secara subjektif untuk mengetahui tingkat kesukaan panelis terhadap parameter warna, aroma, rasa, tekstur, dan keseluruhan.

Warna

Secara statistik, skor kesukaan terhadap warna pada formulasi P1 ($7,31 \pm 1,06$) dan P2 ($7,24 \pm 1,05$) tidak menunjukkan perbedaan yang nyata ($p > 0,05$). Temuan ini cukup menarik mengingat secara fisik

terdapat perbedaan rona yang tajam, di mana formulasi P2 memiliki nilai kemerahan (a^*) yang meningkat drastis dibandingkan formulasi kontrol P1. Penerimaan terhadap inovasi warna ini dapat dijelaskan melalui penerapan psikologi warna pada makanan. Warna merah sering dikaitkan dengan rasa manis, kesegaran, dan daya tarik energik yang merangsang selera makan. Hal ini sejalan dengan studi Agyei-Poku et al. (2025), yang menyebutkan bahwa meskipun penambahan pasta bit 30% meningkatkan intensitas warna merah (a^*) dan kroma secara signifikan, tingkat kesukaan panelis tetap berada di kategori tinggi (8,0–8,3 dari skala 9) dan tidak berbeda jauh dengan kontrol. Meskipun kue putu ayu secara tradisional berwarna hijau, panelis memandang warna merah pada formulasi P2 sebagai warna merah alami dari pasta bit sebagai elemen visual yang menarik dan modern. Hal ini mengindikasikan bahwa panelis cenderung memiliki fleksibilitas preferensi terhadap inovasi warna pada kue putu ayu, selama konsentrasinya tidak berlebihan. Hal serupa juga ditemukan oleh Asadi & Khan (2020) pada produk cookies, mereka mencatat bahwa peningkatan intensitas warna ungu kemerahan dari bubuk bit tidak menurunkan skor hedonik, selama pigmentasinya terdistribusi merata dan tidak menimbulkan bercak gelap yang mengganggu estetika. Dalam konteks pemanfaatan bahan lokal, warna ini berhasil menutupi tampilan pucat dari penggunaan tepung ubi jalar putih. Hal ini menunjukkan bahwa, selama inovasi warna tidak merubah rasa dan tekstur secara drastis, penggunaan warna merah alami dapat diterima sebagai inovasi pangan fungsional. Dengan demikian, penggunaan 30% pasta bit pada formulasi P2 terbukti efektif memberikan warna yang memikat tanpa mengurangi daya tarik visual produk.

Aroma, Rasa, dan Tekstur

Skor tingkat kesukaan aroma pada formulasi P2 memiliki skor rata-rata $7,49 \pm 0,89$, sedikit melampaui formulasi P1 $7,44 \pm 0,91$. Meski demikian, analisis statistik memberikan nilai $p > 0,05$, yang menegaskan bahwa penambahan pasta bit sebanyak 30% tidak mengubah tingkat kesukaan aroma formulasi kue putu ayu secara drastis. Pada parameter rasa, formulasi P1 memperoleh skor $7,68 \pm 0,90$, sementara P2 hanya memperoleh $7,50 \pm 0,95$. Walaupun terdapat sedikit selisih, perbedaan ini tidak signifikan secara statistik ($p > 0,05$). Temuan ini sejalan dengan studi Agyei-Poku et al. (2025) pada produk cupcake, yang melaporkan bahwa penggunaan pasta bit hingga 30% menghasilkan karakteristik sensorik yang setara dengan kontrol. Hal serupa juga dikonfirmasi oleh Soutelino et al. (2022) dan Flores-Mancha et al. (2021), di mana substitusi bit dalam kadar tertentu terbukti tidak menurunkan preferensi panelis terhadap rasa maupun aroma produk. Adapun pada parameter tekstur, kedua formulasi menunjukkan skor yang hampir identik, yaitu $7,53 \pm 1,02$ untuk P1 dan $7,55 \pm 0,99$ untuk P2. Secara statistik ($p > 0,05$), penambahan pasta bit tidak memberikan pengaruh nyata terhadap tingkat kesukaan tekstur. Hal ini memperkuat teori dari Herranz et al. (2016) dan Foschia et al. (2013) bahwa meski serat pangan tumbuhan dapat memengaruhi sifat viskoelastik adonan, penggunaan pada konsentrasi sedang tetap mampu menghasilkan tekstur yang dapat diterima dengan baik. Dengan demikian, penggunaan pasta bit pada level 30% efektif sebagai bahan fungsional untuk meningkatkan warna tanpa menghilangkan kualitas sensorik produk.

Keseluruhan

Rata-rata skor tingkat kesukaan parameter keseluruhan menunjukkan perbedaan yang sangat signifikan ($p = 0,00$) di antara kedua formulasi. Formulasi P2 meraih skor $7,70 \pm 0,70$, secara nyata lebih tinggi dibandingkan formulasi P1 yang hanya mencapai $7,10 \pm 0,52$. Perbedaan notasi ini membuktikan bahwa penambahan pasta bit memberikan pengaruh positif yang kuat terhadap persepsi panelis secara menyeluruh. Meskipun rata-rata skor tingkat kesukaan terhadap warna, aroma, rasa, dan tekstur tidak menunjukkan perbedaan signifikan ($p < 0,05$), integrasi semua aspek sensori tersebut pada produk yang dihasilkan memberikan kesan sensorik yang jauh lebih unggul pada formulasi P2. Temuan tersebut memperkuat laporan Agyei-Poku et al. (2025), di mana formulasi cupcake dengan 30% pasta bit mendapatkan skor penerimaan tertinggi (8,3 dari 9), bahkan melampaui kelompok kontrol (8,0). Berdasarkan analisis PCA, komposisi tersebut dinilai memiliki profil sensorik yang paling seimbang. Hal ini karena bit mampu memengaruhi seluruh atribut sensorik warna, rasa, tekstur, hingga penampilan secara harmonis, sehingga penggunaan pada titik optimum dapat meningkatkan penerimaan konsumen secara kolektif. Pola serupa juga diamati oleh Hussain et al. (2006) pada penambahan bahan alami (tepung biji rami) dalam kue, yang mencatat ambang batas penerimaan optimal berada pada kisaran substitusi 15–30%. Dengan demikian, penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan 30% pasta bit merupakan titik optimal bagi kue putu ayu berbahan 100% tepung ubi jalar putih tanpa mengurangi tingkat kesukaan keseluruhan sensori produk.

Tabel 4. Analisis Data Fisik (L^*a^*b)

Parameter	P1	P2
Warna L^*	$66,15 \pm 0,85^b$	$45,54 \pm 1,20^a$
Warna a^*	$4,85 \pm 0,30^a$	$24,31 \pm 0,75^b$

Warna b^*	$50,42 \pm 1,10^a$	$52,48 \pm 0,90^a$
-------------	--------------------	--------------------

Keterangan: Notasi huruf yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan adanya perbedaan signifikan berdasarkan uji *Colorimeter*. L^* (*Lighness*): Tingkat kecerahan (0 = hitam; 100 = putih). a^* : Koordinat warna merah-hijau (nilai + merah; nilai - hijau). b^* : Koordinat warna kuning-biru (nilai + kuning; nilai - biru).

Uji Fisik

Pengujian warna formulasi dilakukan secara objektif menggunakan sistem CIELAB yang meliputi warna L^* (kecerahan), a^* (kemerahan), dan b^* (kekuningan).

Warna

Penurunan nilai L^* dari 66,15 pada formulasi P1 menjadi 45,54 pada P2 mengindikasikan bahwa produk menjadi jauh lebih gelap. Sebaliknya, lonjakan nilai a^* dari 4,85 ke 24,31 membuktikan adanya peningkatan intensitas kemerahan yang sangat signifikan akibat penambahan 30% pasta bit. Fenomena ini memperkuat temuan Agyei-Poku et al. (2025), yang menyebutkan bahwa peningkatan konsentrasi bit memicu penurunan linear pada L^* dan kenaikan tajam pada a^* , khususnya pada formulasi pasta yang memiliki nilai kemerahan dan kroma lebih tinggi dibanding bentuk bubuk pada persentase yang sama. Stabilitas warna ini berakar pada kandungan betalain, yaitu betasianin dan betaxantin yang melimpah dalam bit. Pigmen tersebut lebih terlindungi di dalam matriks pasta, sehingga lebih tahan terhadap degradasi termal selama pemrosesan. Sementara itu, tidak adanya perbedaan signifikan pada nilai b^* antara formulasi P1 (50,42) dan P2 (52,48) menunjukkan bahwa komponen warna kuning masih didominasi oleh pigmen dari tepung ubi jalar putih dan telur, pigmen merah bit hanya menggeser dimensi a^* tanpa menutupi rona kuning sepenuhnya. Meskipun Janiszewska-Turak et al. (2021) serta Herbach et al. (2006) melaporkan bahwa peningkatan konsentrasi bit biasanya menurunkan nilai b^* seiring naiknya a^* , dalam formulasi tertentu pigmen kuning dari bahan dasar (gandum atau telur) tetap dapat memberikan kontribusi pada nilai b^* , terutama jika durasi pemanasan relatif singkat. Secara keseluruhan, profil warna dalam penelitian ini mendukung teori Azeredo (2009), yaitu bahwa bahan baku kaya betalain mampu menciptakan pergeseran warna yang menarik dari kuning menuju merah-oranye. Selain itu, penggunaan bentuk pasta terbukti memberikan retensi warna yang lebih baik daripada bubuk berkat perlindungan matriks dan kadar air yang lebih tinggi.

Tabel 5. Analisis Statistik Kimiawi

Parameter	Kue Putu Ayu 100% Ubi Jalar Putih Fortifikasi 30% Pasta Bit		P-Value
	MEAN \pm SD		
	P1	P2	
Kadar Air (%)	$47,07 \pm 0,27^a$	$50,86 \pm 2,34^a$	0,151
Antioksidan (%)	$49,97 \pm 1,25^a$	$80,98 \pm 0,16^b$	0,001

Keterangan: Notasi huruf yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan signifikan berdasarkan uji *Independent Sample T-Test* pada taraf kepercayaan 95% ($\alpha = 0,05$). Parameter aktivitas antioksidan yang digunakan adalah RSA (*Radical Scavenging Activity*).

Analisis Kimiawi

Kadar Air

Kadar air pada kue putu ayu mengalami kenaikan, dari 47,07% (P1) menjadi 50,86% (P2). Peningkatan ini mengindikasikan bahwa kombinasi tepung ubi jalar putih dan pasta bit membentuk sistem matriks yang sangat efektif dalam mengikat air. Walaupun angka tersebut melampaui batas maksimal SNI untuk bolu (40%), hal ini sangat wajar mengingat karakteristik tepung ubi jalar dan bit yang kaya akan pati serta serat larut (pektin). Kandungan tersebut secara alami meningkatkan kapasitas retensi air, sehingga menghasilkan tekstur yang lebih lembap. Fenomena ini sejalan dengan temuan Chittrakorn & Bora (2021), yang menyebutkan bahwa modifikasi pati ubi jalar melalui pemanasan awal dapat memperkuat kemampuan butiran pati dalam mengikat air. Meski hasil akhirnya memiliki kadar air lebih tinggi, tekstur yang dihasilkan menjadi lebih lembut. Serupa dengan itu, Agyei-Poku et al. (2025) melaporkan bahwa penggunaan pasta bit pada cupcake meningkatkan berat produk namun menurunkan volume spesifiknya. Hal ini terjadi karena serat bit memiliki daya serap air yang jauh lebih kuat dibandingkan tepung gandum. Menurut Foschia et al. (2013), serat pangan dalam tepung komposit cenderung bersaing dengan gluten atau pati untuk menyerap air, yang pada akhirnya membuat adonan lebih lembap dengan tekstur produk yang lebih berat namun tetap lembut. Secara keseluruhan, tingginya kadar air dalam penelitian ini merupakan dampak langsung dari sinergi tepung ubi jalar dan pasta bit. Meskipun tekstur yang dihasilkan menjadi lebih lembut, kondisi ini berisiko memperpendek masa simpan produk karena meningkatnya

aktivitas air (a_w). Oleh karena itu, produk P2 memerlukan penanganan lebih lanjut seperti penggunaan kemasan kedap udara atau penambahan pengawet alami untuk memperpanjang masa simpannya.

Kadar Antioksidan (RSA)

Penambahan pasta bit memberikan dampak yang sangat signifikan terhadap peningkatan kemampuan produk dalam menangkap radikal bebas. Hal ini terlihat dari lonjakan aktivitas antioksidan pada formulasi P1 yang awalnya sebesar 49,97%, menjadi 80,98% pada formulasi P2. Peningkatan drastis ini merupakan kontribusi besar pasta bit terhadap kapasitas antioksidan pada kue putu ayu. Menurut Agyei-Poku et al. (2025), bit merah kaya akan betalain (sekitar 50–200 mg/100 g berat segar), polifenol, dan vitamin C yang secara kolektif meningkatkan skor fungsional produk pangan. Sifat antioksidan, antiinflamasi, dan hepatoprotektif dari betalain juga telah dikonfirmasi oleh Clifford et al. (2015) serta Chhikara et al. (2019), yang menjadikannya bahan fungsional ideal dalam formulasi makanan. Terkait proses pengolahan, Muramatsu et al. (2023) menunjukkan bahwa betanin pigmen utama bit relatif stabil terhadap panas, bahkan pada suhu 99°C selama 60 menit tanpa kehilangan kapasitas antioksidan yang berarti. Temuan ini mendukung bahwa proses pengukusan formulasi tetap mampu mempertahankan sebagian besar senyawa aktif dari pasta bit. Meskipun demikian, persentase inhibisi yang tinggi belum cukup untuk mengategorikan aktivitas antioksidan sebagai "sangat kuat" secara metodologis tanpa data IC_{50} . Sebagaimana ditekankan oleh Yeo & Shahidi (2019), nilai IC_{50} diperlukan untuk membandingkan kekuatan antioksidan secara kuantitatif karena merepresentasikan konsentrasi spesifik yang dibutuhkan untuk menghambat 50% radikal bebas. Dengan demikian, lonjakan data *Radical Scavenging Activity* (RSA) pada formulasi P2 menegaskan bahwa substitusi 30% pasta bit tidak hanya memperbaiki aspek sensorik, tetapi juga memberikan nilai tambah fungsional, meski klasifikasi kekuatannya masih memerlukan pengujian IC_{50} lebih lanjut.

KESIMPULAN

Penambahan 30% pasta bit dalam kue putu ayu berbahan dasar 100% tepung ubi jalar putih (P2) secara signifikan meningkatkan penerimaan sensorik, terutama pada aspek aroma dan penerimaan keseluruhan (kesukaan). Pasta bit yang ditambahkan pada produk menghasilkan warna merah alami yang menarik dan menaikkan aktivitas antioksidan produk menjadi 80,98%, namun perlu pengujian IC_{50} lebih lanjut untuk membandingkan kekuatan antioksidan secara kuantitatif karena merepresentasikan konsentrasi spesifik yang dibutuhkan untuk menghambat 50% radikal bebas. Peningkatan kandungan air menjadi 50,86% memerlukan penanganan lebih lanjut seperti penggunaan kemasan kedap udara atau penambahan pengawet alami untuk memperpanjang masa simpannya. Hasil akhir menunjukkan bahwa formulasi P2 merupakan komposisi terbaik yang tidak hanya memenuhi standar mutu sensorik yang disukai konsumen, tetapi juga memiliki nilai fungsional yang tinggi melalui kandungan aktivitas antioksidan di dalamnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Agyei-Poku, B., Amponsah, S. A., Adi, D. D., & Mohammed, B. (2025). Comparative assessment of matrix integration dynamics between beetroot powder and paste in wheat-based cupcake formulations. *Food Science & Nutrition*, 13(9), e70863. <https://doi.org/10.1002/fsn3.70863>
- Ambarwati, F., & Mulyani, B. E. S. (2020). Karakteristik sponge cake dengan perlakuan penambahan pasta bit (*Beta vulgaris* L.). *Jurnal Agrotek Ummat*, 7(1), 43–50. <https://doi.org/10.31764/agrotek.v7i1.2103>
- Asadi, S. Z., & Khan, M. A. (2020). The effect of beetroot (*Beta vulgaris* L.) leaves powder on nutritional, textural, sensorial, and antioxidant properties of cookies. *Journal of Culinary Science & Technology*, 19(5), 424–438. <https://doi.org/10.1080/15428052.2020.1787285>
- Azeredo, H. M. C. (2009). Betalains: Properties, sources, applications, and stability. *International Journal of Food Science & Technology*, 44(12), 2365–2376. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2007.01668.x>
- Chen, L., Zhu, Y., Hu, Z., Wu, S., & Jin, C. (2021). Beetroot as a functional food with huge health benefits: Antioxidant, antitumor, physical function, and chronic metabolomics activity. *Food Science & Nutrition*, 9(11), 6406–6420. <https://doi.org/10.1002/fsn3.2577>
- Chittrakorn, S., & Bora, G. C. (2021). Production of pregelatinized sweet potato flour and its effect on batter and cake properties. *Journal of Food Processing and Preservation*, 45(3), e16019. <https://doi.org/10.1111/jfpp.16019>
- Clifford, T., Howatson, G., West, D. J., & Stevenson, E. J. (2015). The potential benefits of red beetroot supplementation in health and disease. *Nutrients*, 7(4), 2801–2822. <https://doi.org/10.3390/nu7042801>

- Elgabry, R. M., Sedeek, M. S., Meselhy, K. M., & Fawzy, G. A. (2023). A review on the potential health benefits of sweet potato: Insights into its preclinical and clinical studies. *International Journal of Food Science & Technology*, 58(6), 2866–2872. <https://doi.org/10.1111/ijfs.16147>
- Foschia, M., Peressini, D., Sensidoni, A., & Brennan, C. S. (2013). The effects of dietary fibre addition on the quality of common cereal products. *Journal of Cereal Science*, 58(2), 216–227. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2013.05.010>
- Hastuti, S. (2017). *Mutu dan uji inderawi*. INSTIPER Yogyakarta.
- Herbach, K. M., Stintzing, F. C., & Carle, R. (2006). Impact of thermal treatment on colour and pigment pattern of red beet juice. *Journal of Food Science*, 69(6), C491–C498. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2004.tb10994.x>
- Herranz, B., Canet, W., & Alvarez, M. D. (2016). Characterization of chickpea-based gluten-free muffin batters and muffins with added biopolymers. *International Journal of Food Science & Technology*, 51(5), 1087–1098. <https://doi.org/10.1111/ijfs.13092>
- Histifarina, D., Purnamasari, N. R., & Rahmat, R. (2023). Potential development and utilization of sweet potato flour as a raw material for the food industry. *IOP Conference Series Earth and Environmental Science*, 1230(1), 1–10. https://doi.org/10.1088/1755-1315/1230/1/012006?urlappend=%3Futm_source%3Dresearchgate.net%26utm_medium%3Darticle
- Hussain, S. F., Anjum, F. M., & Butt, M. S. (2006). Physical and sensoric attributes of flaxseed flour supplemented cookies. *Turkish Journal of Biology*, 30(2), 87–92.
- Janiszewska-Turak, E., & Kurasiak-Popowska, D. (2021). The influence of different pretreatment methods on color and pigment change in beetroot products. *Molecules*, 26(12), 3683. <https://doi.org/10.3390/molecules26123683>
- Kiromi, A. N., Putra, I. N. K., & Ekawati, I. G. A. (2023). Pengaruh perbandingan terigu dan tepung ubi jalar Cilembu (*Ipomoea batatas* (L.) Lam. cv. Cilembu) terhadap karakteristik kue putu ayu. *ITEPA: Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*, 12(2) 181–194. <https://doi.org/10.24843/itepa.2023.v12.i01.p15>
- Laveriano-Santos, E. P., López-Yerena, A., Jaime-Rodríguez, C., González-Coria, J., Lamuela-Raventós, R. M., Vallverdú-Queralt, A., & Pérez, M. (2022). Sweet potato is not simply an abundant food crop: A comprehensive review of its phytochemical constituents, biological activities, and the effects of processing. *Antioxidants*, 11(9), 1648. <https://doi.org/10.3390/antiox11091648>
- Mahrta, L., Wahjuningsih, S. B., & Haryati, S. (2021). Pengaruh penambahan pasta umbi bit sebagai pewarna alami terhadap karakteristik fisikokimia dan sensori getuk lindri. *Repository USM*, 1–14.
- Muramatsu, D., Uchiyama, H., Higashi, H., Kida, H., & Iwai, A. (2023). Effects of heat degradation of betanin in red beetroot (*Beta vulgaris* L.) on biological activity and antioxidant capacity. *PLOS ONE*, 18(5), e0286255. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0286255>
- Paredes, P., López-Urrea, R., Martínez-Romero, Á., Petry, M. T., Cameira, M. d. R., Montoya, F., Almeida, W., Salman, M., & Pereira, L. S. (2025). Base and upper temperature thresholds to support the calculation of growing degree days aiming at their use with the FAO56rev crop coefficients curve: A review. *Agricultural Water Management*, 319. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2025.109755>
- Safitri, & Hakiki, D. N. (2024). Validasi dan verifikasi pengukuran kadar air gabah menggunakan grain moisture tester dan infrared moisture balance. *Gorontalo Agriculture Technology Journal*, 7(1), 19–25. <https://doi.org/10.32662/gatj.v0i0.3358>
- Sangga, H., & Widayawati, N. (2021). Pengaruh suhu dan lama pengeringan terhadap sifat kimia dan fisik serbuk bit merah (*Beta vulgaris* L.). *Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia*, 13(2), 43–49. <https://doi.org/10.17969/jtipi.v13i2.19021>
- Soutelino, M. E., Silva, D. B., Rocha, R. D., Oliveira, B. C., Esmerino, E. A., Cruz, A. G., & Silva, A. C. (2022). Yogurt added with beetroot extract: physicochemical parameters, biological activities, and sensory evaluation by check-all-that-apply method. *International Journal of Food Science & Technology*, 58(6), 3303–3309. <https://doi.org/10.1111/ijfs.16214>
- Stone, H., Bleibaum, R. N., & Thomas, H. A. (2012). *Sensory evaluation practices* (4th ed.). Elsevier Academic Press. <https://doi.org/10.1016/C2009-0-63404-8>
- Suna, S. D., Kiay, N., Abdullah, S., Abdullah, F., Basri, B. S., & Riastutik, D. N. (2024). Mutu fisikokimia dan organoleptik kerupuk ikan Nike (*Awaous melanocephalus*) dengan penambahan pewarna alami ekstrak daun bayam. *Gorontalo Agriculture Technology Journal*, 7(2), 68–77. <https://doi.org/10.32662/gatj.v0i0.3829>

-
- Syajida, J., Holinesti, R., Faridah, A., & Siregar, J. (2025). Kualitas putu ayu dengan substitusi labu kuning. *Pasundan Food Technology Journal (PFTJ)*, 12(2), 43–52.
<https://doi.org/10.23969/pftj.v12i2.30579>
- Yeo, J., & Shahidi, F. (2019). Critical re-evaluation of dpph assay: presence of pigments affects the results. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 67(26), 7526-7529.
<https://doi.org/10.1021/acs.jafc.9b02462>