

KARAKTERISTIK FISIK ROTI TAWAR DENGAN BERBAGAI TINGKAT SUBSTITUSI TEPUNG UBI JALAR UNGU

Raida Amelia Ifadah^{1)*}, Diwyacitta Antya Putri¹⁾, Febriani Lukitasari²⁾, Sri Handajani²⁾, Luthfiyah Nurlaela²⁾, Fitriana Nugraheni³⁾

¹⁾Program Studi Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian, Fakultas Ketahanan Pangan, Universitas Negeri Surabaya

²⁾Program Studi Pendidikan Tata Boga, Universitas Negeri Surabaya

³⁾Program Studi Ilmu Gizi, Fakultas Ilmu Keolahragaan dan Kesehatan, Universitas Negeri Surabaya

*corresponding author : raidaifadah@unesa.ac.id

* Received for review December 18 2025 Accepted for publication 29 December 2025

Abstract

This study aimed to evaluate the effect of wheat flour substitution with purple sweet potato flour on the physical characteristics of white bread. The experiment was conducted using a Completely Randomized Design with a single factor, namely the substitution level of purple sweet potato flour at 0%, 15%, 30%, 45%, and 60%. The analyzed parameters included color (L^ , a^* , b^*), texture, porosity, and dough expansion. The results showed that increasing levels of purple sweet potato flour substitution significantly affected all physical parameters of the bread ($p < 0.05$). Higher substitution levels led to a decrease in lightness (L^*) and an increase in a^* values, indicating darker bread color due to the presence of anthocyanin pigments. Texture values increased, indicating a firmer crumb structure, while porosity and dough expansion decreased with increasing substitution levels. Substitution of purple sweet potato flour up to 30% resulted in moderate changes in physical characteristics compared to the control, maintaining a relatively balanced texture, porosity, and dough expansion. In contrast, substitution levels above 30% caused a significant deterioration in physical quality. These findings indicate that purple sweet potato flour can be used as a wheat flour substitute in white bread formulation at limited levels based on physical characteristic considerations.*

Keywords: flour substitution; physical characteristics; purple sweet potato flour; white bread.

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh substitusi tepung terigu dengan tepung ubi jalar ungu terhadap karakteristik fisik roti putih. Penelitian dilakukan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan satu faktor, yaitu tingkat substitusi tepung ubi ungu sebesar 0%, 15%, 30%, 45%, dan 60%. Parameter yang dianalisis meliputi warna (L^* , a^* , b^*), tekstur, porositas, serta daya kembang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan tingkat substitusi tepung ubi ungu berpengaruh signifikan ($p < 0,05$) terhadap seluruh parameter fisik roti. Peningkatan substitusi menyebabkan penurunan nilai kecerahan (L^*) pada serta peningkatan nilai a^* , yang menunjukkan penggelapan warna akibat keberadaan pigmen antosianin. Nilai tekstur meningkat yang menandakan roti semakin keras, sedangkan porositas dan pengembangan adonan mengalami penurunan. Substitusi tepung ubi jalar ungu hingga 30% menghasilkan perubahan karakteristik fisik yang masih bersifat moderat jika dibandingkan dengan roti kontrol, dengan keseimbangan relatif antara tekstur, porositas, dan daya kembang adonan. Sebaliknya, substitusi di atas 30% menyebabkan penurunan mutu fisik yang signifikan. Temuan ini menunjukkan bahwa tepung ubi jalar ungu berpotensi digunakan sebagai bahan substitusi dalam formulasi roti tawar pada tingkat terbatas berdasarkan pertimbangan karakteristik fisik.

Kata kunci: karakteristik fisik; roti tawar; substitusi tepung; tepung ubi jalar ungu.



Copyright © 2026 The Author(s)
This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license

Ifadah et al, 2026

1. PENDAHULUAN

Roti tawar merupakan salah satu produk bakery yang banyak dikonsumsi karena teksturnya yang lembut, cita rasanya yang netral, serta kemudahan dalam penyajian dan pengolahan. Dalam formulasi konvensional, tepung terigu digunakan sebagai bahan utama karena kandungan protein pembentuk gluten yang berperan penting dalam pembentukan struktur adonan, retensi gas selama fermentasi, serta karakteristik fisik roti seperti volume dan tekstur remah. Namun, tingginya ketergantungan terhadap tepung terigu impor mendorong perlunya pengembangan bahan alternatif berbasis sumber daya lokal yang berkelanjutan (Dewettinck et al., 2008; Gómez & Martinez, 2018; Collar & Armero, 2020).

Ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas* L.) merupakan salah satu komoditas lokal yang berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan substitusi tepung terigu. Umbi ini kaya akan karbohidrat kompleks, serat pangan, serta pigmen antosianin yang berperan sebagai antioksidan alami (Truong et al., 2018). Kandungan antosianin tersebut tidak hanya memberikan manfaat fungsional, tetapi juga berkontribusi terhadap warna alami produk pangan. Pemanfaatan tepung ubi jalar ungu dalam produk bakery dinilai strategis untuk mendukung diversifikasi pangan serta meningkatkan nilai tambah bahan baku lokal (Adeyanju et al., 2020).

Beberapa penelitian dalam satu dekade terakhir melaporkan bahwa penggunaan tepung ubi jalar ungu dalam produk roti dan produk panggang lainnya dapat meningkatkan aktivitas antioksidan dan kandungan nutrisi (Zhang et al., 2020; Wulandari et al., 2020; Yuliana et al., 2019). Namun, substitusi tepung terigu dengan tepung non-gluten seperti tepung ubi jalar ungu diketahui dapat memengaruhi karakteristik fisik roti (Houben et al., 2012; Khoozani et al., 2019). Penurunan integritas jaringan gluten akibat substitusi berpotensi mengurangi kemampuan adonan dalam menahan gas hasil fermentasi, sehingga berdampak pada pengembangan adonan, porositas, dan tekstur remah roti (Singh et al., 2021).

Sebagian besar penelitian terdahulu lebih berfokus pada karakteristik kimia, aktivitas antioksidan, dan penerimaan sensorik produk berbasis ubi jalar ungu. Kajian yang secara spesifik mengevaluasi pengaruh tingkat substitusi tepung ubi jalar ungu terhadap karakteristik fisik roti tawar, khususnya warna, tekstur, porositas, dan daya kembang adonan, masih relatif terbatas. Padahal, parameter fisik tersebut merupakan indikator utama mutu roti dan sangat menentukan tingkat penerimaan konsumen (Zhang et al., 2020).

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh substitusi tepung terigu dengan tepung ubi jalar ungu pada berbagai tingkat terhadap karakteristik fisik roti tawar. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan dasar ilmiah dalam penentuan tingkat substitusi optimal yang mampu menghasilkan roti dengan mutu fisik yang dapat diterima, sekaligus mendukung pemanfaatan bahan pangan lokal dalam pengembangan produk bakery fungsional.

2. BAHAN DAN METODE

2.1 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi tepung ubi ungu yang di peroleh dari Kota Malang. Sedangkan untuk bahan pembuatan roti lainnya yakni tepung terigu protein tinggi merk

Ifadah et al, 2026

'Bogasari', gula pasir merk 'Gulaku', margarin merk 'Palmia', ragi roti merk 'Fermipan' dan garam merk 'Kapal' diperoleh dari pasar di Kota Surabaya.

2.2 Metode

Penelitian disusun menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan satu faktor, yaitu tingkat substitusi tepung terigu dengan tepung ubi jalar ungu. Perlakuan terdiri atas lima tingkat substitusi, yaitu 0% (kontrol), 15%, 30%, 45%, dan 60%. Setiap perlakuan dilakukan dalam tiga ulangan sehingga diperoleh total 15 satuan percobaan (Singh et al., 2021).

2.2.1. Pembuatan Roti Tawar

Formulasi roti disusun berdasarkan total tepung sebanyak 100 g. Komposisi bahan tambahan meliputi gula 3 g, garam 1,5 g, margarin 3 g, ragi instan 1,5 g, dan air secukupnya (± 60 mL) hingga diperoleh adonan yang homogen. Prosedur pembuatan roti mengacu pada metode yang digunakan oleh Adeyanju et al. (2020) dan Zhang et al. (2020) dengan modifikasi pada tingkat substitusi tepung. Bahan kering dicampur hingga homogen, kemudian ditambahkan margarin dan air, lalu diuleni selama ± 10 menit hingga adonan kalis dan elastis. Adonan difermentasi awal selama 15 menit pada suhu ruang, dibentuk, dan ditempatkan dalam cetakan roti. Fermentasi akhir dilakukan pada suhu 30–35 °C selama 45 menit, kemudian roti dipanggang pada suhu 180 °C selama 30 menit. Roti yang telah matang didinginkan hingga suhu ruang sebelum dilakukan analisis karakteristik fisik

2.2.2 Analisis Warna

Warna luar dan dalam roti diukur menggunakan kolorimeter dan dinyatakan dalam sistem warna CIE L*, a*, dan b*. Pengukuran dilakukan pada tiga titik berbeda pada setiap sampel, dan nilai rata-rata digunakan sebagai hasil pengamatan. Metode pengukuran warna mengacu pada prosedur yang dijelaskan oleh Pathare et al. (2013) dan telah banyak diaplikasikan dalam studi roti berbasis umbi dalam dekade terakhir (Zhang et al., 2020).

2.2.3 Analisis Tekstur (Kekerasan)

Kekerasan roti dianalisis menggunakan alat analisis tekstur dengan metode kompresi. Sampel roti diiris dengan ketebalan ± 25 mm dan ditekan hingga 40% dari tinggi awal menggunakan probe silindris dengan kecepatan 1 mm/s. Nilai kekerasan dinyatakan sebagai gaya maksimum (N). Metode ini mengacu pada pendekatan yang digunakan oleh Singh et al. (2021) dan Adeyanju et al. (2020).

2.2.4. Penentuan Porositas

Porositas remah roti dianalisis menggunakan metode analisis citra digital. Irisan remah roti dipindai dan dianalisis menggunakan perangkat lunak ImageJ untuk menentukan persentase area pori terhadap luas total remah. Metode ini banyak digunakan dalam evaluasi struktur remah roti pada penelitian terkini (Zhang et al., 2020; Singh et al., 2021).

2.2.5 Pengukuran Daya Kembang Adonan

Daya kembang adonan ditentukan dengan mengukur perubahan volume adonan sebelum dan sesudah fermentasi menggunakan metode perpindahan biji. Persentase daya kembang dihitung

Ifadah et al, 2026

berdasarkan selisih volume adonan sebelum dan setelah fermentasi. Metode ini mengacu pada prosedur yang dilaporkan oleh Adeyanju et al. (2020) dan Zhang et al. (2020).

2.2.6 Analisis Data

Data hasil pengamatan dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA). Apabila terdapat perbedaan nyata antar perlakuan, dilakukan uji lanjut pada taraf signifikansi 5% ($p < 0,05$). Hasil analisis disajikan dalam bentuk nilai rata-rata $\pm$ simpangan baku (Singh et al., 2021).

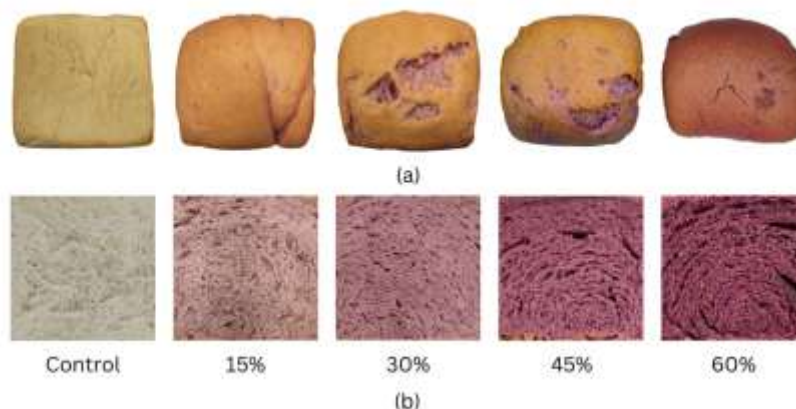
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengamatan karakteristik fisik roti tawar dengan berbagai tingkat substitusi tepung ubi jalar ungu disajikan pada Tabel 1 dan kenampakan roti tawar disajikan pada Gambar 1. Secara umum, peningkatan tingkat substitusi tepung ubi jalar ungu memberikan pengaruh yang signifikan ($p < 0,05$) terhadap seluruh parameter fisik yang diamati, meliputi warna, tekstur, porositas, dan daya kembang adonan.

Tabel 1. Karakteristik fisik roti tawar dengan substitusi tepung ubi jalar ungu

Parameters	Substitusi Tepung Ubi Jalar Ungu				
	0%	15%	30%	45%	60%
Warna luar					
L*	66,44 $\pm$ 0,31 ^a	59,58 $\pm$ 0,63 ^b	54,07 $\pm$ 0,23 ^c	53,03 $\pm$ 0,33 ^c	49,59 $\pm$ 0,34 ^c
a*	8,66 $\pm$ 0,31 ^a	11,71 $\pm$ 0,63 ^b	13,8 $\pm$ 0,23 ^c	13,4 $\pm$ 0,33 ^c	13,33 $\pm$ 0,34 ^c
b*	20,29 $\pm$ 0,75 ^a	19,06 $\pm$ 0,60 ^a	19,18 $\pm$ 0,85 ^a	16,65 $\pm$ 0,52 ^b	13,67 $\pm$ 0,41 ^c
Warna dalam					
L*	65,42 $\pm$ 1,11 ^a	60,49 $\pm$ 1,03 ^b	55,74 $\pm$ 2,56 ^c	48,74 $\pm$ 1,44 ^d	46,17 $\pm$ 1,51 ^d
a*	2,16 $\pm$ 2,16 ^a	10,37 $\pm$ 10,37 ^b	12,66 $\pm$ 12,66 ^c	12,53 $\pm$ 12,53 ^c	12,01 $\pm$ 12,01 ^c
b*	11,11 $\pm$ 0,31 ^a	5,59 $\pm$ 0,08 ^b	3,86 $\pm$ 0,08 ^c	2,81 $\pm$ 0,10 ^d	3,01 $\pm$ 0,08 ^d
Tekstur (N)	6,45 $\pm$ 0,13 ^a	15,37 $\pm$ 0,19 ^b	16,56 $\pm$ 0,15 ^b	47,14 $\pm$ 1,40 ^c	50,16 $\pm$ 2,90 ^c
Porositas (%)	45,34 $\pm$ 0,42 ^a	43,26 $\pm$ 1,01 ^a	37,92 $\pm$ 1,03 ^b	32,51 $\pm$ 0,58 ^c	22,13 $\pm$ 1,19 ^d
Daya Kembang (%)	89,09 $\pm$ 0,02 ^a	77,17 $\pm$ 0,56 ^b	66,02 $\pm$ 0,29 ^c	51,58 $\pm$ 1,20 ^d	15,71 $\pm$ 3,24 ^e

Keterangan : Data diperoleh dari rerata $\pm$ SD (3 kali ulangan) dengan notasi huruf yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan secara statistik



Gambar 1. Perubahan bentuk dan struktur pada roti tawar dengan substitusi tepung ubi jalar ungu.

Ifadah et al, 2026

3.1 Warna

Nilai kecerahan (L^*) pada bagian luar dan dalam roti menunjukkan penurunan yang signifikan seiring dengan meningkatnya tingkat substitusi tepung ubi jalar ungu. Penurunan nilai L^* mencerminkan perubahan warna roti menjadi lebih gelap dibandingkan roti kontrol. Pada tingkat substitusi tertinggi (60%), warna kerak dan remah tampak lebih gelap dan cenderung ke arah ungu kecokelatan. Sebaliknya, nilai a^* meningkat seiring dengan peningkatan substitusi, yang menunjukkan peningkatan intensitas warna kemerahan akibat keberadaan pigmen antosianin dalam tepung ubi jalar ungu. Perubahan warna ini terutama disebabkan oleh kandungan antosianin yang relatif tinggi pada ubi jalar ungu, yang berperan sebagai pigmen alami. Selama proses pemanggangan, antosianin mengalami transformasi struktural akibat suhu tinggi, yang menyebabkan perubahan intensitas dan stabilitas warna (Truong et al., 2018; Zhang et al., 2022). Selain itu, interaksi antosianin dengan komponen adonan serta reaksi pencoklatan non-enzimatis turut berkontribusi terhadap penggelapan warna roti. Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian Zhang et al. (2020) dan Adeyanju et al. (2020) yang melaporkan penurunan nilai L^* pada roti dengan penambahan tepung umbi berpigmen.

3.2 Tekstur (Kekerasan)

Nilai kekerasan roti meningkat secara signifikan seiring dengan bertambahnya tingkat substitusi tepung ubi jalar ungu. Roti kontrol memiliki nilai kekerasan terendah, menunjukkan tekstur remah yang lembut dan elastis. Pada substitusi 15% dan 30%, peningkatan kekerasan masih relatif moderat, sedangkan pada substitusi 45% dan 60% terjadi peningkatan kekerasan yang sangat tajam, yang mengindikasikan terbentuknya struktur remah yang lebih padat dan keras. Peningkatan kekerasan ini berkaitan dengan berkurangnya integritas jaringan gluten akibat penggantian sebagian tepung terigu dengan tepung ubi jalar ungu yang tidak mengandung gluten. Penurunan kontinuitas jaringan gluten menyebabkan kemampuan adonan dalam menahan gas selama fermentasi menjadi berkurang, sehingga menghasilkan roti dengan volume lebih rendah dan tekstur yang lebih padat (Singh et al., 2021). Selain itu, kandungan serat dan pati pada tepung ubi jalar ungu dapat meningkatkan kompetisi air dalam adonan, yang berdampak pada penurunan elastisitas dan peningkatan kekerasan remah roti (Singh et al., 2021; Rosell et al., 2001; Kohajdová et al., 2011).

3.3 Porositas

Porositas remah roti menunjukkan penurunan yang signifikan seiring dengan meningkatnya tingkat substitusi tepung ubi jalar ungu. Roti kontrol memiliki struktur remah yang lebih berongga dengan distribusi pori yang relatif seragam. Sebaliknya, peningkatan substitusi menyebabkan berkurangnya jumlah dan ukuran pori, sehingga struktur remah menjadi lebih rapat. Penurunan porositas ini berkaitan erat dengan melemahnya jaringan gluten yang berfungsi sebagai penahan gas selama fermentasi. Ketika proporsi tepung ubi jalar ungu meningkat, kemampuan adonan untuk mempertahankan gas hasil aktivitas ragi menurun, sehingga ekspansi sel gas menjadi terbatas. Hasil ini sejalan dengan laporan Zhang et al. (2020) dan Singh et al. (2021) yang menyatakan bahwa substitusi tepung non-gluten dalam formulasi roti cenderung menurunkan porositas dan volume produk akhir.

Ifadah et al, 2026

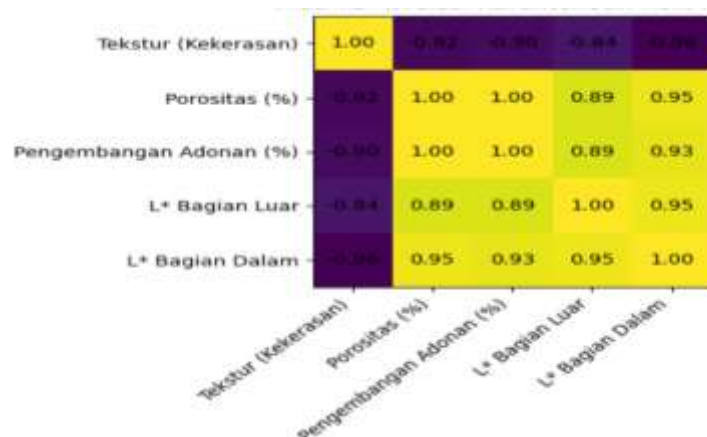
3.4 Daya Kembang Adonan

Daya kembang adonan mengalami penurunan yang signifikan dengan meningkatnya tingkat substitusi tepung ubi jalar ungu. Penurunan ini menunjukkan berkurangnya kemampuan adonan untuk mengembang selama fermentasi. Pada tingkat substitusi 15% dan 30%, daya kembang masih berada pada kisaran yang dapat diterima, sedangkan pada substitusi 45% dan 60% terjadi penurunan yang sangat tajam. Penurunan daya kembang adonan terutama disebabkan oleh berkurangnya integritas jaringan gluten yang berperan penting dalam retensi gas (Liu et al., 2017; Khoozani et al., 2019). Tepung ubi jalar ungu yang tidak mengandung gluten tidak mampu membentuk matriks elastis yang diperlukan untuk mempertahankan karbon dioksida hasil fermentasi. Akibatnya, gas lebih mudah terlepas dan adonan gagal mengembang secara optimal (Singh et al., 2021; Adeyanju et al., 2020).

3.5 Implikasi Tingkat Substitusi

Berdasarkan seluruh parameter fisik yang diamati, substitusi tepung ubi jalar ungu hingga 30% menghasilkan roti tawar dengan karakteristik fisik dengan perubahan yang moderat jika dibandingkan dengan kontrol. Pada tingkat ini, roti memiliki keseimbangan antara warna, tekstur, porositas, dan daya kembang adonan. Substitusi di atas 30% menyebabkan penurunan kualitas fisik yang signifikan, ditandai dengan tekstur yang lebih keras, porositas rendah, serta daya kembang adonan yang terbatas. Hasil ini menunjukkan bahwa penggunaan tepung ubi jalar ungu sebagai bahan substitusi dalam roti tawar perlu dibatasi pada tingkat tertentu agar mutu fisik produk tetap terjaga. Temuan ini konsisten dengan berbagai penelitian-penelitian dalam terakhir yang menyatakan bahwa tingkat substitusi optimal tepung non-gluten pada produk roti umumnya berada pada kisaran 20–30% tanpa penambahan bahan penguat struktur (Fadhillah, 2018; Zhang et al., 2020; Singh et al., 2021).

3.7 Analisis Korelasi



Gambar 2. Matriks korelasi karakteristik roti tawar substitusi tepung ubi ungu

Ifadah et al, 2026

Analisis korelasi dilakukan untuk mengevaluasi hubungan antar parameter fisik roti tawar akibat substitusi tepung ubi jalar ungu. Matriks korelasi (Gambar 2) menunjukkan adanya hubungan yang kuat antara kekerasan, porositas, dan daya kembang adonan. Analisis korelasi menunjukkan adanya hubungan yang kuat antara kekerasan, porositas, dan daya kembang adonan. Kekerasan berkorelasi negatif dengan porositas dan daya kembang adonan, yang menunjukkan bahwa peningkatan kekerasan remah roti diikuti oleh penurunan struktur berongga dan kemampuan adonan untuk mengembang. Sebaliknya, porositas menunjukkan korelasi positif yang kuat dengan daya kembang adonan, menegaskan peran kemampuan retensi gas dalam pembentukan struktur remah roti (Zhang et al., 2020)

Nilai kecerahan (L^*) juga berkorelasi positif dengan porositas dan daya kembang adonan serta berkorelasi negatif dengan kekerasan. Roti dengan warna lebih terang cenderung memiliki struktur remah yang lebih berongga dan tekstur yang lebih lembut, sedangkan penggelapan warna pada tingkat substitusi yang lebih tinggi berkaitan dengan struktur remah yang lebih padat. Pola hubungan ini konsisten dengan penelitian roti berbasis umbi berpigmen dalam satu dekade terakhir (Truong et al., 2018; Adeyanju et al., 2020).

Secara keseluruhan, hasil korelasi menegaskan bahwa penurunan integritas jaringan gluten akibat substitusi tepung terigu dengan tepung ubi jalar ungu memengaruhi karakteristik fisik roti secara simultan. Substitusi hingga 30% masih mampu mempertahankan keseimbangan antara kekerasan, porositas, dan daya kembang adonan sehingga menghasilkan roti dengan mutu fisik yang dapat diterima (Zhang et al., 2020; Singh et al., 2021).

4. SIMPULAN

Substitusi tepung terigu dengan tepung ubi jalar ungu berpengaruh signifikan terhadap karakteristik fisik roti tawar, meliputi warna, tekstur, porositas, dan daya kembang adonan. Peningkatan tingkat substitusi menyebabkan penggelapan warna akibat pigmen antosianin, peningkatan kekerasan remah, serta penurunan porositas dan kemampuan pengembangan adonan yang berkaitan dengan melemahnya jaringan gluten. Analisis korelasi menunjukkan bahwa kekerasan berkorelasi negatif dengan porositas dan daya kembang, sedangkan porositas berkorelasi positif dengan daya kembang adonan. Substitusi tepung ubi jalar ungu hingga 30% menghasilkan roti dengan karakteristik fisik yang masih dapat diterima, sementara substitusi di atas tingkat tersebut menyebabkan penurunan mutu fisik yang signifikan. Temuan ini menunjukkan bahwa tepung ubi jalar ungu berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan fungsional dalam formulasi roti tawar pada tingkat substitusi terbatas.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Negeri Surabaya (UNESA) atas dukungan pendanaan penelitian serta bantuan administratif yang diberikan selama pelaksanaan penelitian ini. Fasilitas dan sumber daya yang disediakan oleh UNESA sangat berkontribusi terhadap keberhasilan penyelesaian penelitian ini

Ifadah et al, 2026

DAFTAR PUSTAKA

- Adeyanju JA, Omemu AM, Taiwo O, Oyedele HA, 2020, Effect of sweet potato flour substitution on physicochemical and sensory properties of wheat bread, *Journal of Food Processing and Preservation* 44: e14397, DOI: 10.1111/jfpp.14397
- Collar C, Armero E, 2020, Physicochemical properties of composite wheat breads: Impact of non-gluten flours, *Food Chemistry* 318: 126137, DOI: 10.1016/j.foodchem.2020.126137
- Dewettinck K, Van Bockstaele F, Kühne B, Van de Walle D, Courtens TM, Gellynck X, 2008, Nutritional value of bread: Influence of processing, food interaction and consumer perception, *Journal of Cereal Science* 48: 243–257, DOI: 10.1016/j.jcs.2008.01.003
- Fadhilla, T.M., 2018. Pembuatan Roti Tawar Substitusi Tepung Ubi Ungu. *Jurnal Mitra Kesehatan*. 1(1):32-39, DOI : 10.47522/jmk.v1i1.9
- Gómez M, Martinez MM, 2018, Fruit and vegetable ingredients in breadmaking: Technological and nutritional implications, *Trends in Food Science and Technology* 73: 42–61, DOI: 10.1016/j.tifs.2017.12.007
- Houben A, Höchstätter A, Becker T, 2012, Possibilities to increase the quality in gluten-free bread production: A review, *European Food Research and Technology* 235: 195–208, DOI: 10.1007/s00217-012-1720-0
- Khoozani AA, Bekhit AED, Birch J, 2019, Effects of sweet potato flour incorporation on dough and bread properties, *Food Science and Nutrition* 7: 1526–1536, DOI: 10.1002/fsn3.992
- Kohajdová Z, Karovičová J, Schmidt Š, 2011, Significance of emulsifiers and hydrocolloids in bakery products, *Chemical Papers* 65: 231–241, DOI: 10.2478/s11696-011-0027-5
- Liu X, Mu T, Sun H, Zhang M, Chen J, 2017, Influence of potato flour on dough rheology and bread properties, *Journal of Food Science and Technology* 54: 244–253, DOI: 10.1007/s13197-016-2470-6
- Pathare PB, Opara UL, Al-Said FAJ, 2013, Colour measurement and analysis in fresh and processed foods: A review, *Food and Bioprocess Technology* 6: 36–60, DOI: 10.1007/s11947-012-0867-9
- Rosell CM, Rojas JA, De Barber CB, 2001, Influence of hydrocolloids on dough rheology and bread quality, *Food Hydrocolloids* 15: 75–81, DOI: 10.1016/S0268-005X(00)00054-0
- Singh JP, Kaur A, Singh N, 2021, Effect of flour substitution on dough rheology, bread characteristics and staling behavior, *Journal of Food Measurement and Characterization* 15: 1234–1245, DOI: 10.1007/s11694-020-00706-3
- Truong VD, Deighton N, Thompson RT, McFeeters RF, Dean LO, Pecota KV, Yencho GC, 2018, Characterization of anthocyanins and antioxidant activity in purple-fleshed sweet potato, *Journal of Food Composition and Analysis* 66: 171–178, DOI: 10.1016/j.jfca.2017.12.003
- Wulandari Y, Putri WDR, Harijono, 2020, Characteristics of antioxidant activity and physical properties of purple sweet potato bread, *International Journal of Food Science* 2020: 1–9, DOI: 10.1155/2020/8852417
- Yuliana ND, Wijaya CH, Korthout H, Kottenhage M, Kim HK, Verpoorte R, 2019, Metabolomics approach for evaluation of purple sweet potato flour as functional ingredient, *Food Chemistry* 274: 99–107, DOI: 10.1016/j.foodchem.2018.08.097
- Zhang Y, Li S, Wang X, 2022, Anthocyanin stability and color changes in bakery products during thermal processing, *Journal of Food Measurement and Characterization* 16: 2154–2163, DOI: 10.1007/s11694-021-01211-8

Ifadah et al, 2026

Zhang M, Mu T, Sun H, Chen J, 2020, Effect of sweet potato flour substitution on bread quality, antioxidant activity, and structure, *Food Science and Nutrition* 8: 3084–3094, DOI: 10.1002/fsn3.1598