

Pengaruh Substitusi Tepung Ubi Jalar Ungu Terhadap Karakteristik Fisik Roti Kukus Dengan Sourdough Dari Air Rendaman Apel

Rini Rahayu Sihmawati¹, Wardah^{2*}, Ayu Anggraini Cahya Pitaloka³

Program Studi Agroindustri Fakultas Vokasi Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Email Korespondensi: wardahassery@untag-sby.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh tingkat substitusi tepung ubi jalar ungu terhadap kadar air, daya kembang, dan tekstur roti kukus. Perlakuan terdiri dari lima formulasi, yaitu F0 (0%), F1 (10%), F2 (20%), F3 (30%), dan F4 (40%) substitusi tepung ubi jalar ungu dengan lima kali ulangan. Analisis dilakukan menggunakan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 5% untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap setiap parameter fisik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan tingkat substitusi tepung memberikan pengaruh nyata terhadap seluruh parameter yang diuji. Kadar air tertinggi diperoleh pada perlakuan F4 (40%) sebesar 39,22%, sedangkan kadar air terendah pada F1 (10%) yaitu 36,53%. Nilai kelembutan tekstur menurun seiring meningkatnya substitusi tepung ubi jalar, dengan nilai tertinggi pada F0 (167,44 mm/100g/10det) dan terendah pada F4 (88,52 mm/100g/10det). Daya kembang roti kukus juga menunjukkan tingkat penurunan dari F0 (8,40%) menjadi F4 (7,53%). Hasil ini memperlihatkan bahwa peningkatan substitusi tepung ubi jalar ungu menurunkan kemampuan adonan dalam mengembang dan membentuk struktur remah yang elastis akibat berkurangnya kandungan gluten. Secara keseluruhan, formulasi terbaik diperoleh pada perlakuan F1 (10%) hingga F2 (20%), karena mampu menghasilkan roti kukus dengan kadar air seimbang, tekstur lembut, dan daya kembang optimal.

Kata kunci: roti kukus, substitusi tepung, kadar air, daya kembang, tekstur.

Abstract

This study aimed to determine the effect of flour substitution levels on the moisture content, expansion, and texture of steamed bread. The treatments consisted of five formulations: F0 (0%), F1 (10%), F2 (20%), F3 (30%), and F4 (40%) flour substitution. Data were analyzed using the Least Significant Difference (LSD) test at a 5% significance level to evaluate the effect of treatments on each physical parameter. The results showed that increasing the level of flour substitution had a significant effect on all tested parameters. The highest moisture content was observed in F4 (40%) at 39.22%, while the lowest was in F1 (10%) at 36.53%. Texture softness decreased as the substitution level increased, with the highest value in F0 (167.44 mm/100g/10s) and the lowest in F4 (88.52 mm/100g/10s). The expansion of steamed bread also tended to decrease, from 8.40% in F0 to 7.53% in F4. These results indicate that higher flour substitution levels reduce the dough's ability to expand and form an elastic crumb structure due to decreased gluten content. Overall, the best formulation was obtained in treatments F1 (10%) to F2 (20%), as they produced steamed bread with balanced moisture, soft texture, and optimal expansion.

Keywords: steamed bread, flour substitution, moisture content, expansion, texture

PENDAHULUAN

Ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas* L.) merupakan salah satu tanaman pangan penting di daerah tropis yang dibudidayakan secara luas di Asia, termasuk Indonesia. Tanaman ini memiliki sistem pertumbuhan berupa batang merambat dengan ruas yang relatif pendek, serta menghasilkan umbi dengan variasi bentuk, ukuran, dan warna yang dipengaruhi oleh faktor genetik maupun lingkungan (Widiastuti et al., 2025). Dibandingkan dengan komoditas umbi lainnya, ubi jalar dikenal memiliki

kemampuan adaptasi yang tinggi terhadap berbagai kondisi agroekologi, termasuk toleransi pada tanah dengan tingkat keasaman tinggi dan kandungan aluminium yang relatif besar (Sari et al., 2023). Hal ini menjadikan ubi jalar ungu sebagai sumber pangan alternatif yang potensial untuk dikembangkan pada lahan marginal.

Karakteristik paling menonjol dari ubi jalar ungu adalah adanya pigmen antosianin yang terkonsentrasi pada daging maupun kulit umbi. Antosianin merupakan golongan

flavonoid larut air yang memberikan warna merah, ungu, hingga kebiruan pada jaringan tanaman, tergantung pada pH dan struktur kimianya. Kandungan antosianin pada ubi jalar ungu bervariasi antar varietas, namun umumnya dilaporkan lebih tinggi dibandingkan sumber antosianin lain seperti kubis ungu atau anggur (Yuliana et al., 2019). Pigmen ini tidak hanya berperan dalam memberikan warna khas, tetapi juga memiliki aktivitas antioksidan yang signifikan, sehingga berpotensi sebagai senyawa bioaktif untuk pencegahan penyakit degeneratif (Truong et al., 2023). Sumartini (2023) mengatakan bahwa warna ungu gelap pada kulit dan daging umbi terutama disebabkan oleh kandungan pigmen antosianin (termasuk jenis cyanidin, delphinidin, malvidin) yang larut dalam air/pelarut hidrofilik dan responsif terhadap pH serta proses pengolahan.

Selain aktivitas antioksidan, antosianin pada ubi jalar ungu juga telah diteliti memiliki berbagai fungsi biologis, antara lain efek antidiabetes, antihipertensi, serta kemampuan melindungi sel dari kerusakan akibat stres oksidatif (Truong et al., 2023). Dengan demikian, ubi jalar ungu tidak hanya bernilai sebagai sumber karbohidrat, tetapi juga sebagai pangan fungsional yang mendukung kesehatan. Kombinasi antara kemampuan adaptasi agronomis, keanekaragaman morfologi, dan kandungan bioaktif menjadikan ubi jalar ungu sangat potensial untuk dikembangkan lebih lanjut dalam bidang pangan dan kesehatan. Tanaman ini juga telah lama dimanfaatkan di Indonesia sebagai sumber pangan alternatif dan bahan pewarna alami (Permata, 2024).

Penelitian Adiningsih et al. (2022) menyebutkan kandungan pigmen dalam ubi jalar ungu juga merupakan sumber berbagai zat gizi penting, antara lain mengandung vitamin A, B1, B2, C, dan E, serta mineral seperti magnesium, kalsium, dan seng. Kandungan serat pangan yang cukup tinggi, baik serat larut maupun tidak larut, juga menjadikan ubi ini bermanfaat untuk

membantu menurunkan kadar kolesterol darah, memperlancar fungsi pencernaan, serta memberikan rasa kenyang yang lebih lama.

Dari sisi pengolahan, ubi jalar ungu dapat diolah menjadi berbagai produk pangan, seperti tepung, kue, dan snack. Fitriani (2021) melaporkan bahwa tepung ubi jalar ungu memiliki komposisi kimia yang mendukung pemanfaatannya sebagai bahan baku produk olahan, dengan kadar air, protein, karbohidrat, serat kasar, dan total antosianin yang masih cukup tinggi.

Lebih lanjut, penelitian Dewi et al. (2023) menekankan bahwa olahan snack berbasis ubi jalar ungu tetap mengandung antioksidan dalam jumlah yang signifikan, sehingga dapat dikategorikan sebagai produk pangan fungsional. Hal ini sejalan dengan kebutuhan masyarakat akan makanan sehat yang tidak hanya memberikan asupan energi, tetapi juga berkontribusi terhadap pencegahan penyakit. Dengan kandungan bioaktif yang beragam serta manfaat kesehatannya, ubi jalar ungu memiliki prospek yang besar untuk dikembangkan sebagai bahan pangan fungsional sekaligus pewarna alami yang aman.

Dalam industri pangan, ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas* L.) banyak dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan kue, roti, dan pastry karena cita rasanya yang khas serta warna ungu alami yang menarik. Umbi ini dapat diolah menjadi tepung melalui proses pengeringan dan penggilingan, sehingga lebih mudah diaplikasikan ke berbagai produk pangan. Tepung ubi jalar ungu tidak hanya mengandung serat pangan dan vitamin, termasuk provitamin A (β -karoten), tetapi juga kaya pigmen antosianin yang berfungsi sebagai antioksidan alami (El Husna et al., 2013; Fitriani, 2021).

Tepung ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas* L.) memiliki potensi besar sebagai bahan alternatif pengganti tepung terigu dalam industri pangan. Hal ini menjadi sangat relevan bagi Indonesia, mengingat kebutuhan gandum nasional sepenuhnya

masih dipenuhi melalui impor, yang setiap tahunnya terus meningkat seiring dengan berkembangnya konsumsi produk berbasis terigu, seperti roti, mie, dan kue (Adiningsih et al., 2022). Menurut Dewi et al. (2023), pemanfaatan tepung lokal seperti ubi jalar ungu bukan hanya sekadar strategi diversifikasi pangan, tetapi juga berperan penting dalam mendukung ketahanan dan kemandirian pangan nasional dengan cara mengurangi ketergantungan pada impor gandum.

Selain itu, tepung ubi jalar ungu memiliki keunggulan fungsional karena kandungan antosianin yang berperan sebagai antioksidan alami, serta serat pangan, vitamin, dan mineral yang lebih tinggi dibandingkan tepung terigu (Putri et al., 2022; Nugroho et al., 2024). Penelitian Fitri et al. (2025) juga menunjukkan bahwa substitusi tepung ubi jalar ungu pada produk roti dapat memperkaya nilai gizi sekaligus memberikan warna dan cita rasa khas yang meningkatkan daya tarik sensoris. Di sisi lain, studi Rahman et al. (2024) menegaskan bahwa penggunaan tepung ubi lokal dalam formulasi produk pangan olahan dapat meningkatkan nilai tambah komoditas pertanian domestik, membuka peluang pasar baru, dan memperkuat sektor agribisnis nasional.

Dengan demikian, pengembangan produk berbasis tepung ubi jalar ungu memiliki nilai strategis tidak hanya dari aspek gizi dan kesehatan masyarakat, tetapi juga dari aspek sosial-ekonomi. Peningkatan konsumsi pangan berbahan baku lokal dapat mendukung program diversifikasi pangan, meningkatkan kesejahteraan petani, serta memperkuat kemandirian pangan Indonesia di tengah tantangan globalisasi dan ketergantungan impor gandum (Dewanti & Murtini, 2024; Puspita et al., 2025).

Roti kukus, yang dikenal dengan istilah Chinese Steamed Bread (CSB) atau mantou, merupakan salah satu produk pangan tradisional asal Tiongkok yang telah berkembang luas di berbagai negara Asia.

Produk ini memiliki karakteristik khas yang membedakannya dari roti panggang pada umumnya, yaitu berwarna putih, berbentuk bulat, memiliki kulit tipis, serta bertekstur lembut dan empuk. Perbedaan utama roti kukus dengan roti panggang terletak pada metode pemrosesannya, di mana roti kukus diolah dengan proses pengukusan sehingga menghasilkan produk dengan kelembutan dan kekenyalan yang khas (Hou et al., 2019).

Sourdough merupakan adonan roti yang diperoleh melalui proses fermentasi alami dari campuran tepung dan air, dengan melibatkan mikroorganisme endogen berupa ragi liar (wild yeast) dan bakteri asam laktat (BAL). Interaksi antara ragi dan BAL dalam fermentasi sourdough berperan penting dalam menghasilkan gas karbon dioksida yang memberikan daya kembang pada adonan, sekaligus memproduksi asam organik seperti asam laktat dan asam asetat yang memengaruhi keasaman, tekstur, aroma, serta cita rasa khas roti sourdough (De Vuyst & Neysens, 2005; Minervini et al., 2014).

Pemanfaatan ragi alami untuk pembuatan roti sourdough semakin banyak dikaji di Indonesia. Puspita et al. (2025) melaporkan bahwa ragi alami dari sumber lokal seperti nira aren dapat menghasilkan roti sourdough dengan kualitas baik sekaligus aman dikonsumsi, serta berpotensi mendukung diversifikasi pangan. Sementara itu, Fuzawati et al. (2024) menunjukkan bahwa buah-buahan seperti kurma, pisang, dan delima dapat menjadi sumber natural yeast yang efektif untuk starter sourdough, dengan karakteristik fisikokimia yang beragam. Lebih spesifik, Putri et al. (2022) meneliti penggunaan ragi alami dari apel Manalagi (*Malus sylvestris*) pada roti manis sourdough, yang terbukti meningkatkan kandungan protein, serat pangan, dan mineral. Dewanti & Murtini (2024) juga mengembangkan konsep hybrid sourdough dengan penambahan puree nanas sebagai starter, dan hasilnya memengaruhi komposisi mikroba, pH, serta mutu tekstur dan warna

roti. Penelitian yang paling relevan dengan topik substitusi tepung ubi ungu dilakukan oleh Fitri et al. (2025), yang mengombinasikan tepung ubi jalar ungu dengan ragi alami dari air rendaman apel. Studi tersebut melaporkan adanya perbedaan signifikan pada karakteristik fisikokimia dan mutu sensoris roti sourdough, menunjukkan bahwa kombinasi ini berpotensi menghasilkan produk pangan fungsional dengan kualitas yang diterima konsumen.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan satu faktor, yaitu perbandingan campuran tepung terigu dan tepung ubi ungu yang meliputi lima perlakuan yaitu persentase penggunaan tepung ubi jalar ungu 0% (F0) 10%(F1), 20%(F2), 30%(F3), 40% (F4), dengan 5 kali ulangan. Data yang terkumpul dianalisis dengan menggunakan Anava, jika hasil analisis data menunjukkan perbedaan diantara perlakuan akan dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil taraf 5% untuk mengetahui pasangan-pasangan yang berbeda nyata (Adinurani, 2016).

Peralatan yang dipakai terdiri dari pengukusan, pengaduk, timbangan analitik, toples kaca, mangkuk, piring, sendok, loyang, kertas roti, kain, penggaris, serta penetrometer, dan oven listrik. Bahan yang diperlukan untuk memproduksi ragi adalah tepung terigu protein tinggi merek Cakra Kembar dan air dari rendaman apel Anna. Bahan utama untuk membuat roti kukus antara lain tepung terigu berprotein tinggi, gula, air, susu bubuk, garam, dan margarin.

Pembuatan air rendaman apel

Air rendaman apel dapat dibuat melalui proses fermentasi sederhana dengan memanfaatkan mikroorganisme alami yang terdapat pada kulit dan daging buah apel. Proses ini diawali dengan mencuci apel hingga bersih, kemudian memotongnya menjadi bentuk dadu kecil. Potongan apel

tersebut dicampurkan dengan air dalam perbandingan 1:1 (misalnya 200 g apel : 200 ml air), lalu diaduk hingga homogen. Campuran kemudian dimasukkan ke dalam wadah kaca yang bersih dan tertutup rapat untuk mencegah kontaminasi dari luar. Fermentasi dilakukan pada suhu kamar selama ± 3 hari hingga terbentuk cairan hasil fermentasi yang beraroma khas. Setelah proses fermentasi selesai, campuran disaring untuk memisahkan padatan apel, sehingga diperoleh air rendaman apel yang siap digunakan sebagai starter alami pada pembuatan sourdough (Fitri et al., 2025; Fuzawati et al., 2024).

Pembuatan Ragi Sourdough

Pembuatan ragi alami sourdough diawali dengan pencampuran air rendaman apel hasil fermentasi dengan tepung terigu sebagai media pertumbuhan mikroorganisme, proses ini dilakukan dengan mencampurkan 100 ml air rendaman apel yang telah difermentasi dengan 100 g tepung terigu berprotein tinggi. Campuran tersebut kemudian difermentasi selama 24 jam pada suhu kamar. Setelah fermentasi pertama, dilakukan proses backslopping, yaitu menambahkan sebagian adonan hasil fermentasi sebelumnya ke dalam campuran baru berisi tepung terigu dan air rendaman apel dengan perbandingan 1:2:2. Proses backslopping diulang setiap 24 jam selama lima hari berturut-turut hingga diperoleh starter sourdough yang stabil. Starter sourdough yang terbentuk ditandai dengan adanya aktivitas mikroba yang intensif, ditunjukkan oleh adonan yang mengembang, terbentuknya gelembung udara, aroma asam khas, serta tekstur adonan yang lebih lentur dan ringan. Sebelum digunakan dalam pembuatan roti kukus, starter difermentasi kembali melalui proses backslopping terakhir dengan komposisi starter, tepung, dan air rendaman apel dalam perbandingan 1:2:2,

kemudian difermentasi selama ± 6 jam. Hasil fermentasi ini menghasilkan ragi alami sourdough yang siap digunakan (Putri et al., 2022; Fuzawati et al., 2024).

Pembuatan Tepung Ubi Jalar

Tahapan pengolahan dimulai dengan pemilihan umbi yang berkualitas baik, bebas dari busuk, kerusakan mekanis, maupun serangan hama. Umbi yang terpilih kemudian dikupas dan dicuci menggunakan air bersih untuk menghilangkan kotoran, tanah, dan getah yang menempel pada permukaan. Selanjutnya, ubi jalar ungu diiris tipis dengan ketebalan seragam untuk mempercepat proses pengeringan. Potongan ubi kemudian dicuci ulang guna mengurangi sisa getah yang dapat memengaruhi warna maupun cita rasa tepung. Proses pengeringan dilakukan menggunakan tray dryer pada suhu $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ selama ± 7 jam hingga diperoleh irisan ubi yang kering dengan kadar air rendah. Setelah kering, irisan ubi digiling menggunakan grinder hingga halus, lalu diayak menggunakan saringan berukuran 80 mesh untuk menghasilkan tepung dengan ukuran partikel yang seragam (Hapsari & Estiasih, 2019; Nugroho et al., 2024).

Pembuatan Roti Kukus

Proses pembuatan roti kukus dengan substitusi tepung ubi jalar ungu dilakukan

melalui beberapa tahapan utama. Tahap pertama adalah pencampuran bahan yang terdiri atas tepung terigu, gula, susu bubuk, air, mentega, sourdough starter, dan garam. Seluruh bahan diaduk hingga tercampur merata, kemudian diuleni sampai adonan mencapai kondisi kalis, yaitu tekstur elastis yang tidak lengket di tangan. Adonan yang terbentuk selanjutnya ditempatkan pada wadah yang telah diolesi minyak tipis, lalu dilakukan proses fermentasi pertama (bulk fermentation) selama ± 60 menit pada suhu ruang hingga adonan mengembang dua kali lipat. Setelah itu, gas hasil fermentasi sebagian dilepaskan dengan cara menekan adonan perlahan (degassing). Adonan kemudian ditimbang masing-masing seberat ± 30 gram, dibentuk bulat, dan diletakkan di atas alas kertas roti untuk menjaga bentuk selama proses pemanasan. Selanjutnya dilakukan proofing selama ± 30 menit guna memberikan kesempatan adonan mengembang kembali dan menghasilkan tekstur yang lebih lembut. Proses pengukusan dilakukan selama 20 menit menggunakan panci kukus dengan tutup yang dilapisi kain serbet, bertujuan mencegah uap air menetes ke permukaan adonan. Setelah matang, roti kukus ubi jalar ungu dikeluarkan dari kukusan dan didinginkan pada suhu ruang sebelum dilakukan analisis (Rahayu et al., 2021; Sari & Yuliani, 2022; Fitri et al., 2025).

Tabel 1. Formulasi Bahan Pembuatan Roti Kukus

Formulasi Bahan	F0	F1	F2	F3	F4
Tepung Terigu	250g	225g	200g	175g	150g
Tepung Ubi Ungu	0g	25g	50g	75g	100g
Ragi Instan	0	0	0	0	0
Ragi Alami Sourdough	25g	25g	25g	25g	25
Gula	50g	50g	50g	50g	50g
Garam	1,5g	1,5g	1,5g	1,5g	1,5g
Susu bubuk	30g	30g	30g	30g	30g
Mentega	25g	25g	25g	25g	25g
Air	100*	100*	100*	100*	100*

Keterangan *: Jumlah air yang pasti mengikuti konsistensi adonan

Penentuan Kadar Air

Penentuan kadar air pada sampel dilakukan dengan metode oven pengeringan pada suhu 105 °C (AOAC, 2019). Cawan kosong terlebih dahulu dikeringkan dalam oven hingga bobot konstan, kemudian ditimbang. Sampel yang telah dihaluskan sebanyak ±2 g dimasukkan ke dalam cawan, lalu dikeringkan pada suhu 105 °C selama 5 jam. Setelah proses pengeringan selesai, sampel didinginkan dalam desikator dan ditimbang kembali. Nilai kadar air dihitung berdasarkan perbedaan bobot sebelum dan sesudah pengeringan menggunakan metode basis basah (*wet basis*)

Penentuan Tekstur Roti

Pengujian tekstur roti dilakukan menggunakan metode penetrometer, yang bertujuan untuk mengetahui tingkat kekerasan crumb roti. Sampel roti dipotong menjadi bentuk kubus dengan ukuran seragam 1,5 × 1,5 × 1,5 cm. Penetrometer dilengkapi dengan beban standar sebesar 100 g, sesuai untuk pengukuran bahan pangan lunak seperti roti. Sampel diletakkan tepat di bawah jarum penetrometer, kemudian jarum dijatuhkan dan dibiarkan menekan sampel selama 10 detik. Setelah itu, angka yang ditunjukkan pada skala penetrometer dicatat. Setiap sampel diukur sebanyak tiga kali pada bagian crumb yang berbeda untuk memperoleh nilai rata-rata. Nilai penetrasi yang lebih tinggi menunjukkan tekstur roti yang lebih lembut, sedangkan nilai penetrasi rendah mengindikasikan tekstur lebih padat atau keras. (Purnomo, 1995; Kurniawan et al., 2020).

Penentuan Daya Kembang

Pengujian daya kembang adonan dilakukan untuk mengetahui kemampuan

adonan dalam mengembang selama proses pengolahan. Parameter ini mencerminkan aktivitas fermentasi serta kinerja gluten dalam menahan gas yang dihasilkan oleh mikroba selama fermentasi. Metode pengujian dilakukan dengan cara mengukur tinggi adonan secara vertikal menggunakan penggaris sebelum dan sesudah proses pengukusan. Pengukuran dilakukan pada setiap sampel sebanyak tiga kali untuk memperoleh hasil rata-rata. Nilai daya kembang yang tinggi menunjukkan kemampuan adonan menyimpan dan mempertahankan gas dengan baik, sehingga menghasilkan tekstur roti yang lebih empuk dan pori-pori crumb yang lebih seragam (Widowati et al., 2019; Jauharah et al., 2021; Setyawardani & Sumarmono, 2020).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian roti kukus dengan substitusi tepung ubi jalar ungu dan ragi alami sourdough menunjukkan adanya pengaruh nyata terhadap beberapa parameter mutu fisik, yaitu kadar air, daya kembang, tekstur roti kukus.

Kadar Air Roti Kukus

Hasil uji analisis statistik menunjukkan bahwa pengaruh yang signifikan ($P < 0,05$) pada roti kukus dengan pemakaian tepung ubi ungu dalam pengujian kadar air. Hasil pengujian BNT 5% menunjukkan bahwa perbedaan paling signifikan terjadi pada perlakuan F4 dengan tingkat kelembaban sebesar 39,22%. Kandungan air terendah terdapat pada perlakuan kontrol F0 dengan tingkat kelembaban 35,31%. Hal ini menandakan dengan bertambahnya tingkat substitusi tepung ubi jalar ungu, semakin meningkat kadar air pada roti kukus. Hasil uji BNT 5% dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Rata-rata Kadar Air Roti Kukus

Perlakuan	Rata-rata kadar air (%)	Standar deviasi
F4 (40%)	39,22 ^a	± 0,07

F3 (30%)	39,19 ^a	± 0,12
F2 (20%)	37,66 ^b	± 0,44
F1(10%)	36,53 ^c	± 0,21
F0 (0%)	35,31 ^d	± 0,12

Keterangan : Huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata

Peningkatan kadar air ini disebabkan oleh sifat fisikokimia tepung ubi jalar ungu yang memiliki kandungan serat pangan dan pati dengan daya serap air lebih tinggi dibandingkan dengan tepung terigu. Serat pangan, khususnya serat larut, bersifat hidrofilik sehingga mampu meningkatkan retensi air dalam adonan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Dewi *et al.* (2017) bahwa substitusi tepung non-terigu seperti mocaf meningkatkan kadar air roti karena tingginya kandungan serat yang mengikat air selama proses pengolahan.

Faktor lain yang turut berkontribusi adalah penggunaan ragi alami sourdough. Fermentasi sourdough menghasilkan metabolit berupa asam organik dan ekso polisakarida (EPS) yang diketahui mampu meningkatkan kapasitas pengikatan air dalam adonan roti (Zhang *et al.*, 2019). Kehadiran EPS memperkuat struktur matriks adonan sehingga mampu menahan lebih banyak air selama proses pengukusan.

Dengan demikian, kombinasi antara sifat hidrofilik tepung ubi jalar ungu dan aktivitas mikroba sourdough memberikan efek sinergis dalam meningkatkan kadar air roti kukus. Kadar air yang lebih tinggi pada roti kukus dengan substitusi tepung ubi jalar ungu memberikan keuntungan berupa tekstur yang lebih lembut dan juicy, yang umumnya disukai konsumen. Namun demikian, kadar air yang terlalu tinggi dapat menurunkan daya simpan produk karena memicu pertumbuhan mikroorganisme pembusuk (Shu *et al.* 2021)

Daya Kembang Roti Kukus

Hasil nilai rata-rata daya kembang roti kukus dengan substitusi tepung ubi jalar ungu yang menggunakan ragi alami sourdough dari air rendaman apel menunjukkan bahwa terdapat variasi. Nilai rata-rata tekstur roti kukus dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Rata-rata Daya Kembang Roti Kukus

Perlakuan	Rata-rata (%)	Standart Deviasi
F4 (40%)	7,53 ^c	± 14,79
F3 (30%)	7,63 ^c	± 19,74
F2 (20%)	7,86 ^{bc}	± 76,70
F1 (10%)	8,16 ^{ab}	± 54,06
F0 (0%)	8,40 ^a	± 22,12

Keterangan : Huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata

mengandung gluten, sehingga semakin besar tingkat penambahannya, kemampuan adonan untuk menahan gas hasil fermentasi dari ragi semakin berkurang. Akibatnya, struktur pori roti menjadi lebih padat dan volume pengembangan menurun. Menurut Zhang *et al.*, (2020) kandungan serat pangan dan pati resisten pada ubi jalar ungu bersifat

menyerap air, sehingga air yang seharusnya digunakan untuk hidrasi gluten justru terikat oleh komponen serat, memperlemah jaringan gluten yang terbentuk.

Menurut Juárez-García *et al.*, (2006), kandungan serat pangan pada tepung ubi jalar ungu juga turut memengaruhi daya kembang. Serat pangan memiliki kemampuan

menyerap air dalam jumlah besar sehingga mengurangi ketersediaan air bagi hidrasi gluten dan pati. Hal ini menyebabkan adonan menjadi lebih padat dan viskos, yang berdampak pada berkurangnya elastisitas adonan serta kemampuan menahan gas selama proses pengembangan. Nindyarani et al. (2018) juga melaporkan bahwa substitusi tepung ubi jalar ungu pada roti manis secara signifikan menurunkan volume pengembangan produk.

Tekstur Roti Kukus

Hasil penelitian menunjukkan adanya penurunan nilai tekstur roti kukus seiring dengan meningkatnya level substitusi tepung ubi jalar ungu. Pada perlakuan kontrol (0%), tekstur roti kukus tercatat sebesar 167,44, kemudian menurun secara konsisten hingga mencapai 88,52 pada tingkat substitusi 40%. Rata-rata hasil tekstur roti kukus dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Ra-rata Tekstur Roti Kukus

Perlakuan	Rata-rata tekstur (mm/100g/10det)	Standar deviasi
F4 (40%)	88,52 ^c	± 3,83
F3 (30%)	97,76 ^c	± 8,33
F2 (20%)	116,72 ^b	± 11,53
F1 (10%)	127,44 ^b	± 6,50
F0 (0%)	167,44 ^a	± 12,19

Keterangan : Huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata

Penurunan nilai tekstur ini memperlihatkan bahwa semakin tinggi penambahan tepung ubi jalar ungu yang digunakan, semakin lunak tekstur roti kukus yang dihasilkan. Hal ini selaras dengan teori dasar adonan berbasis terigu, di mana kandungan gluten berperan penting dalam membentuk struktur dan elastisitas produk bakeri. Karena tepung ubi jalar ungu tidak mengandung gluten, maka substitusi dalam jumlah besar mengganggu pembentukan jaringan gluten, sehingga produk menjadi kurang elastis dan memiliki daya kembang yang lebih rendah (Zhang et al., 2021).

Selain faktor gluten, kandungan serat pangan yang tinggi dalam tepung ubi jalar ungu juga berpengaruh terhadap sifat tekstural. Serat pangan memiliki kapasitas mengikat air yang besar, sehingga meningkatkan viskositas adonan dan mengganggu interaksi protein gluten dengan

pati. Hal ini menghasilkan adonan yang lebih rapuh dan tidak mampu mempertahankan gas selama proses fermentasi, yang pada akhirnya memengaruhi kekenyalan dan kekompakan tekstur roti kukus (Juárez-García et al., 2006; Nindyarani et al., 2018). Penelitian terbaru pada roti kukus dan produk bakery sejenis menunjukkan bahwa penambahan tepung ubi jalar ungu dalam konsentrasi tinggi cenderung menghasilkan tekstur yang lebih padat dan menurunkan elastisitas adonan. Namun demikian, penambahan tersebut juga berkontribusi terhadap peningkatan kandungan pigmen bioaktif seperti antosianin yang dapat memperkaya nilai gizi dan aktivitas antioksidan produk olahan tersebut (Shu et al., 2021; Yuliana et al., 2019; Fitri et al., 2025).

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat substitusi tepung memberikan pengaruh yang signifikan terhadap karakteristik fisik roti kukus, meliputi kadar air, tekstur, dan daya kembang. Semakin tinggi proporsi substitusi tepung, kadar air roti kukus cenderung meningkat, sedangkan daya kembang dan kelembutannya menurun. Hal ini menunjukkan adanya perubahan struktur matriks gluten akibat penambahan bahan non-gluten, yang menyebabkan adonan menjadi lebih padat dan kemampuan menahan gas fermentasi berkurang. Perlakuan dengan tingkat substitusi rendah, yaitu F1 (10%) dan F2 (20%), menghasilkan keseimbangan terbaik antara kadar air, kelembutan, dan daya kembang, sehingga dapat direkomendasikan sebagai formulasi

optimal untuk menghasilkan roti kukus dengan mutu fisik yang baik.

SARAN

Berdasarkan hasil kesimpulan disarankan agar penggunaan tepung substitusi dalam pembuatan roti kukus dibatasi pada proporsi 10–20%, karena pada kisaran tersebut diperoleh karakteristik fisik terbaik, meliputi kadar air yang seimbang, tekstur yang lembut, dan daya kembang yang masih optimal. Untuk penelitian selanjutnya, perlu dilakukan pengujian terhadap aspek lain seperti uji organoleptik (rasa, aroma, warna, dan penerimaan konsumen) untuk menilai kualitas sensori produk secara menyeluruh serta pengamatan daya simpan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiningsih, R., Prabowo, H., & Santoso, B. (2022). Potensi tepung lokal sebagai substitusi gandum dalam mendukung kemandirian pangan. *Jurnal Teknologi Pangan*, 13(2), 45–54.
- Adinurani, P. G. (2016). *Design and analysis of agro trial data: Manual and SPSS*. Plantaxia.
- AOAC International. (2019). *Official methods of analysis of AOAC International* (21st ed.). AOAC International.
- De Vuyst, L., & Neysens, P. (2005). The sourdough microflora: Biodiversity and metabolic interactions. *Trends in Food Science & Technology*, 16(1–3), 43–56.
<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2004.02.012>
- Dewanti, R. A., & Murtini, E. S. (2024). Inovasi pembuatan roti tawar hybrid sourdough: Studi penggunaan puree buah nanas (*Ananas comosus* (L.) Merr.) pada starter sourdough. *JPA: Jurnal Pangan Agroindustri*, 12(1), 45–56.
<https://jpa.ub.ac.id/index.php/jpa/article/view/1060>
- Dewi, A. P., Sari, D. N., & Lestari, E. (2023). Diversifikasi pangan berbasis umbi lokal sebagai upaya mengurangi ketergantungan impor gandum. *Jurnal Gizi Indonesia*, 11(1), 67–75.
- El Husna, N., Novita, M., & Rohaya, S. (2013). Kandungan antosianin dan aktivitas antioksidan ubi jalar ungu segar dan produk olahannya. *Agritech*, 33(3), 296–302.
- Fitri, F. M., Anggriani, R., & Warkoyo. (2025). Karakteristik fisikokimia dan mutu sensoris roti sourdough dengan substitusi tepung ubi jalar ungu dan air rendaman buah apel Manalagi sebagai ragi alami. *Food Technology Halal Science Journal*, 2(2), 77–88.
<https://ejournal.umm.ac.id/index.php/fts/article/view/35984>
- Fitriani. (2021). Karakteristik kimia tepung ubi jalar ungu. *Jurnal Teknologi Pangan UPNVJT*, 15(2), 105–112.
- Fuzawati, F., Rohmayanti, T., & Rifki, M. (2024). Fermentasi natural yeast dari kurma, pisang, dan delima untuk

- aplikasi pembuatan starter sourdough. *Jurnal Ilmiah Pangan Halal*, 6(2), 115–124.
<https://ojs.unida.ac.id/JIPH/article/view/13153>
- Hapsari, Y., & Estiasih, T. (2019). Karakteristik fisikokimia tepung ubi jalar ungu hasil pengeringan dengan suhu berbeda. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 7(2), 45–54.
- Hou, G., Johnson, L. A., & Chang, K. C. (2019). Chinese steamed bread: Formulation, processing, and quality evaluation. In Y. H. Hui (Ed.), *Handbook of food science, technology, and engineering* (2nd ed., pp. 231–240). CRC Press.
- Jauharah, L. N., Rahayu, W. P., & Suliantari. (2021). Evaluasi mutu fisik dan sensoris roti manis dengan penambahan puree buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*). *Jurnal Mutu Pangan*, 8(2), 85–94.
- Juárez-García, E., et al. (2006). Composition, digestibility and application in breadmaking of banana flour. *Plant Foods for Human Nutrition*, 61(3), 131–137.
- Kurniawan, D., Nurhayati, & Rahayu, W. P. (2020). Analisis tekstur dan sifat sensoris roti manis dengan substitusi tepung ubi jalar ungu. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 8(2), 45–53.
- Minervini, F., De Angelis, M., Di Cagno, R., & Gobbetti, M. (2014). Ecological parameters influencing microbial diversity and stability of traditional sourdough. *International Journal of Food Microbiology*, 171, 136–146.
<https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2013.11.021>
- Nindyarani, A. K., Sutardi, & Suparmo. (2018). Pengaruh substitusi tepung ubi jalar ungu terhadap karakteristik roti manis. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 6(2), 20–28.
- Nugroho, A. D., Widyastuti, A., & Rahayu, S. (2024). Kandungan bioaktif dan prospek pengembangan tepung ubi jalar ungu sebagai pangan fungsional. *Jurnal Pangan Fungsional*, 5(1), 12–21.
- Permata, M. I. (2024). Pengaruh substitusi tepung ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas*) terhadap sifat kimia, fisika, dan hedonik bagelen. *Jurnal Teknologi Pangan*, 7(2), 48–55.
<https://doi.org/10.14710/jtp.2023.34080>
- Purnomo, H. (1995). *Analisis pangan*. UI Press.
- Puspita, D., Herlia, L. T. N., Nugraheni, D. K., & Maylana, N. (2025). Pemanfaatan ragi alami untuk roti sourdough dan uji keamanan bahan pangan guna mendukung Tomohon International Flower Festival 2024. *Jurnal Manajemen Sains*, 10(1), 23–34.
<https://ejournal.uksw.edu/jms/article/view/15218>
- Putri, D. N., Kurniasari, D., Nisa, C., & Anggraeni, V. (2022). Karakteristik kimia roti manis sourdough yang menggunakan ragi alami dari apel Manalagi (*Malus sylvestris*). *Agritech*, 42(3), 201–210.
<https://jurnal.ugm.ac.id/agritech/article/view/61100>
- Rahman, F., Susilo, D., & Mariani, S. (2024). Nilai tambah dan prospek ekonomi tepung ubi jalar sebagai bahan substitusi terigu pada industri pangan. *Jurnal Sosial Ekonomi Pertanian*, 9(2), 98–107.
- Rahayu, E. S., Nurhidayat, N., & Pranoto, Y. (2021). Teknologi fermentasi dalam pengolahan pangan tradisional Indonesia. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 32(1), 45–56.
- Sari, D. A., Sulastris, E., Prasetyo, I., & Purwanto, R. (2023). Resistance screening of sweet potato germplasm to aluminum and acid soil stress. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, 23(1), 28–37.

- Sari, P. R., & Yuliani, N. (2022). Pengaruh substitusi tepung ubi jalar ungu terhadap mutu sensoris roti kukus. *Agrointek*, 16(2), 123–130.
- Setyawardani, T., & Sumarmono, J. (2020). Kualitas fisik dan sensoris roti tawar dengan penambahan tepung mocaf. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*, 15(1), 45–53.
- Shu, X., Sun, J., Wu, J., & Huang, J. (2021). Effect of sweet potato flour on quality characteristics of bakery products: A review. *Journal of Food Quality*, 2021, 1–11.
<https://doi.org/10.1155/2021/5581184>
- Sumartini, S. (2023). Identification of anthocyanidins in anthocyanin extract of purple sweet potato (*Ipomoea batatas L.*), black rice (*Oryza sativa L.*), and black glutinous rice (*Oryza sativa v. glutinosa*). *Journal of Functional Food and Nutraceutical*, 5(1), 25–32.
<https://doi.org/10.33555/jffn.v5i1.105>
- Truong, V., Avula, B., Dean, L., et al. (2023). Anthocyanins and phenolic compounds in purple-fleshed sweet potatoes: Recent advances and potential applications. *Food Chemistry*, 402, 134237.
- Widowati, S., Rahayu, E. S., Harmayani, E., & Rahayu, W. P. (2019). Karakteristik roti manis dengan substitusi tepung komposit sorgum dan terigu. *Agritech*, 39(3), 200–209.
- Widiastuti, T., Puspitasari, R., & Mardiah, A. (2025). Variation and phenetic relationships of sweet potato cultivars (*Ipomoea batatas* (L.) Lam) in Kutai and Karanganyar based on morphological and molecular characters. *Journal of Tropical Biodiversity and Biotechnology*, 20(2), 14590.
- Yuliana, N. D., Nur'aini, H., & Setyaningsih, W. (2019). Kandungan antosianin dan aktivitas antioksidan ubi jalar ungu segar dan produk olahannya. *Agritech*, 39(1), 12–19.
- Zhang, Y., Chen, J., Wang, H., & Zhang, L. (2019). Effect of sourdough fermentation on the quality and antioxidant activity of whole wheat bread. *LWT – Food Science and Technology*, 116, 108524.