

PENGARUH SUBSTITUSI TEPUNG UBI JALAR UNGU (*Ipomoea batatas*) HASIL FERMENTASI TERHADAP MUTU ROTI TAWAR

*The Effect of Substituting Purple Sweet Potato Flour (*Ipomoea batatas*) From Fermentation on The Quality of Plain Bread*

Faramitha, Hijrah Asikin
Jurusan Gizi Poltekkes Kemenkes Makassar

*Jorespondensi : mitha@poltekkes-mks.ac.id /081901236356

Article History

Submitted: 17-12-2025

Revised: 18-12-2025

Accepted: 22-12-2025

ABSTRACT

White bread is one of the wheat flour-based food products that is widely consumed by the public and has the potential to be developed as a functional food through the substitution of local ingredients. Purple sweet potatoes modified through fermentation contain bioactive compounds that have the potential to increase the functional value of white bread. This study aims to analyse the effect of substituting fermented purple sweet potato flour on the organoleptic quality and physicochemical characteristics of white bread. The study used a completely randomised design with five treatments of wheat flour and fermented purple sweet potato flour substitution, namely T0 (100:0), T1 (80:20), T2 (70:30), T3 (60:40), and T4 (50:50). Organoleptic testing was conducted using the hedonic method for the parameters of colour, aroma, texture, and taste, while physicochemical analysis included moisture content, ash, protein, fat, crude fibre, carbohydrates, and antioxidant activity. The results showed that the highest level of panelist preference was obtained in treatment T0, followed by T1 and T2, with a tendency for preference to decrease as the substitution level increased. Statistical analysis shows that substitution of fermented purple sweet potato flour has a significant effect on fibre, carbohydrate, and antioxidant activity levels ($p < 0.05$), but no significant effect on moisture, protein, and fat levels ($p > 0.05$). Substitution of up to 30% can increase fibre content and antioxidant activity and reduce carbohydrate content, with quality characteristics that still meet the requirements for plain bread based on SNI 01-3840-1995, particularly a maximum moisture content of 40%. It can be concluded that white bread with up to 30% substitution of fermented purple sweet potato flour has the potential to be developed as a functional white bread product based on local food with good market acceptance.

Keywords : White bread, Purple sweet potato, Fermentation, Antioxidants

ABSTRAK

Roti tawar merupakan salah satu produk pangan berbasis tepung terigu yang banyak dikonsumsi masyarakat dan berpotensi dikembangkan sebagai pangan fungsional melalui substitusi bahan lokal. Ubi jalar ungu yang dimodifikasi secara fermentasi memiliki kandungan senyawa bioaktif yang berpotensi meningkatkan nilai fungsional roti tawar. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh substitusi tepung ubi jalar ungu hasil fermentasi terhadap mutu organoleptik dan karakteristik fisikokimia roti tawar. Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap dengan lima perlakuan substitusi tepung terigu dan tepung ubi jalar ungu fermentasi, yaitu T0 (100:0), T1 (80:20), T2 (70:30), T3 (60:40), dan T4 (50:50). Uji organoleptik dilakukan menggunakan metode hedonik terhadap parameter warna, aroma, tekstur, dan rasa, sedangkan analisis fisikokimia meliputi kadar

air, abu, protein, lemak, serat kasar, karbohidrat, dan aktivitas antioksidan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat kesukaan panelis tertinggi diperoleh pada perlakuan T0, diikuti T1 dan T2, dengan kecenderungan penurunan kesukaan seiring peningkatan tingkat substitusi. Analisis statistik menunjukkan bahwa substitusi tepung ubi jalar ungu fermentasi berpengaruh nyata terhadap kadar serat, karbohidrat, dan aktivitas antioksidan ($p < 0,05$), namun tidak berpengaruh nyata terhadap kadar air, protein, dan lemak ($p > 0,05$). Substitusi hingga 30% mampu meningkatkan kadar serat dan aktivitas antioksidan serta menurunkan kadar karbohidrat, dengan karakteristik mutu yang masih memenuhi persyaratan roti tawar berdasarkan SNI 01-3840-1995, khususnya kadar air maksimal 40%. Dapat disimpulkan bahwa roti tawar dengan substitusi tepung ubi jalar ungu fermentasi hingga 30% berpotensi dikembangkan sebagai produk roti tawar fungsional berbasis pangan lokal dengan daya terima yang baik

Kata kunci : Roti Tawar, Ubi Jalar Ungu, Fermentasi, Antioksidan

PENDAHULUAN

Roti merupakan salah satu pangan pokok yang dikonsumsi secara luas di berbagai negara dan berperan penting sebagai sumber energi karena kandungan karbohidrat, terutama pati, serta kalorinya yang relatif tinggi. Konsumsi roti terus meningkat seiring dengan perubahan pola makan masyarakat modern yang cenderung memilih pangan praktis dan mudah diperoleh (Liu *et al.*, 2022). Kondisi ini menjadikan roti sebagai produk pangan strategis yang berkontribusi terhadap pemenuhan kebutuhan gizi masyarakat secara global. Menurut Standar Nasional Indonesia, roti didefinisikan sebagai produk yang diperoleh dari adonan tepung terigu yang diragikan dengan ragi roti dan dipanggang, dengan atau tanpa penambahan bahan pangan lain serta bahan tambahan pangan yang diizinkan (Kusnedi & Rahmat, 2021). Definisi tersebut menegaskan bahwa tepung terigu merupakan bahan utama dalam pembuatan roti, sehingga ketersediaannya sangat menentukan keberlanjutan produksi roti di berbagai negara, termasuk Indonesia.

Pada tingkat nasional, roti tawar merupakan salah satu jenis roti yang paling banyak dikonsumsi masyarakat Indonesia karena harganya relatif terjangkau dan mudah diperoleh oleh seluruh lapisan masyarakat. Roti tawar termasuk jenis roti sponge yang memiliki struktur berpori akibat terbentuknya gelembung gas selama proses fermentasi. Tingginya konsumsi roti tawar mendorong berkembangnya industri roti, baik pada skala rumah tangga, usaha kecil menengah, maupun

industri besar. Namun demikian, bahan baku utama roti tawar, yaitu tepung terigu, masih bergantung pada gandum impor karena Indonesia belum mampu memproduksi gandum secara mandiri.

Ketergantungan terhadap gandum impor masih menjadi permasalahan nasional yang signifikan. Data Departemen Pertanian Amerika Serikat menunjukkan bahwa pada periode 2014/2015, impor gandum Indonesia mencapai 7,49 juta ton dan menempatkan Indonesia sebagai negara pengimpor gandum terbesar kedua di dunia setelah Mesir (Antra Pusuma *et al.*, 2018). Tingginya volume impor gandum tersebut berpotensi menimbulkan kerentanan terhadap ketahanan pangan nasional, khususnya apabila terjadi gangguan pasokan atau fluktuasi harga gandum di pasar global. Oleh karena itu, diperlukan upaya diversifikasi pangan melalui pemanfaatan bahan pangan lokal sebagai alternatif substitusi sebagian tepung terigu dalam produk olahan, termasuk roti tawar.

Pada tingkat lokal, salah satu bahan pangan yang berpotensi digunakan sebagai substitusi tepung terigu adalah ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas*). Ubi jalar ungu merupakan pangan lokal yang mudah dibudidayakan dan memiliki nilai fungsional bagi kesehatan. Ubi jalar ungu mengandung berbagai zat gizi, seperti vitamin B1, B2, C, dan E, mineral (kalsium, magnesium, kalium, dan seng), karbohidrat, serta serat pangan. Selain itu, warna ungu pada ubi jalar disebabkan oleh kandungan senyawa antosianin yang berperan

sebagai antioksidan dan berfungsi dalam menangkal radikal bebas serta menurunkan risiko penyakit degeneratif (Fahrullah *et al.*, 2022). Kandungan antosianin ubi jalar ungu dilaporkan berkisar antara 33,90–560 mg/100 g dan menunjukkan potensi yang tinggi sebagai pangan fungsional (Ticoalu & Maligan, 2016).

Tepung ubi jalar ungu memiliki berbagai keunggulan, namun kandungan proteinnya relatif lebih rendah dibandingkan dengan tepung terigu, yaitu sekitar 1,8 g/100 g. Kondisi ini menyebabkan tepung ubi jalar ungu belum dapat digunakan sebagai bahan utama dalam pembuatan roti tawar, melainkan sebagai bahan substitusi parsial. Oleh karena itu, diperlukan upaya untuk meningkatkan mutu fungsional dan kandungan protein tepung ubi jalar ungu melalui proses modifikasi.

Modifikasi tepung dapat dilakukan secara fisik, kimia, maupun enzimatik. Modifikasi secara enzimatik dipilih karena memiliki keunggulan berupa rendemen yang lebih tinggi serta keamanan pangan yang lebih terjamin dibandingkan metode lainnya (Yenrina & Dewi, 2023). Salah satu metode modifikasi enzimatik yang umum digunakan adalah fermentasi menggunakan mikroorganisme, seperti kapang *Rhizopus oryzae*. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa fermentasi menggunakan *Rhizopus oryzae* mampu meningkatkan kadar protein pada tepung singkong termodifikasi melalui aktivitas enzim proteinase yang dihasilkan selama proses fermentasi (Kurniawan *et al.*, 2017). Enzim tersebut berperan dalam menghidrolisis protein kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana sehingga meningkatkan ketersediaan protein.

Berdasarkan masalah tersebut, kami melakukan pemanfaatan tepung ubi jalar ungu hasil fermentasi sebagai bahan substitusi sebagian tepung terigu dalam pembuatan roti tawar diharapkan dapat menjadi alternatif untuk mendukung diversifikasi pangan, meningkatkan nilai gizi produk, serta mengurangi ketergantungan terhadap bahan baku impor. Pengembangan roti tawar ini diarahkan sebagai produk roti tawar fungsional yang tinggi serat dan memiliki

aktivitas antioksidan, sehingga berpotensi mendukung perbaikan masalah gizi dan kesehatan masyarakat, khususnya terkait rendahnya asupan serat dan meningkatnya risiko penyakit degeneratif. Dengan demikian, produk yang dikembangkan tidak hanya berfungsi sebagai sumber energi, tetapi juga memiliki nilai tambah kesehatan yang relevan dengan kebutuhan masyarakat saat ini.

Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan potensi ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas*) sebagai bahan pangan lokal, menentukan tingkat substitusi terbaik tepung ubi jalar ungu hasil fermentasi terhadap mutu roti tawar, serta menganalisis kandungan gizi roti tawar yang dihasilkan.

METODE

Desain, tempat dan waktu

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental yang dilaksanakan di laboratorium pengolahan pangan dan laboratorium analisis pangan Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin. Sampel penelitian berupa roti tawar yang dibuat dengan substitusi tepung ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas*) hasil fermentasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh substitusi tepung ubi jalar ungu fermentasi terhadap mutu dan kandungan gizi roti tawar. Seluruh rangkaian penelitian meliputi proses fermentasi bahan, pembuatan roti, serta pengujian mutu dan kandungan gizi yang dilakukan pada tahun penelitian berjalan.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas*), tepung terigu, gula pasir, air mineral, ragi instan, margarin, telur, susu skim bubuk, garam, natrium metabisulfat ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$), gliserol monostearat (GMS), akuades, kalium sulfat (K_2SO_4), selenium, asam sulfat (H_2SO_4), hidrogen peroksida (H_2O_2), indikator campuran, larutan asam borat, larutan HCl 0,2 N, petroleum benzena, metanol, serta kapang *Rhizopus oryzae* sebagai starter fermentasi.

Alat yang digunakan meliputi timbangan analitik, parutan, blender, ayakan 80 mesh, mixer, oven, loyang roti, gelas kimia, cawan porselen, desikator, alat Soxhlet,

buret, pipet volume, vortex, dan spektrofotometer UV-Vis.

Langkah-Langkah Penelitian

1. Pembuatan Tepung Ubi Jalar Ungu fermentasi

Ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas*) sebanyak 4 kg disortasi untuk memisahkan bahan yang rusak, kemudian dikupas dan dicuci menggunakan air bersih. Ubi jalar ungu selanjutnya diparut menggunakan parutan keripik hingga diperoleh ukuran partikel yang seragam. Hasil parutan dicampurkan dengan akuades sebanyak 4.000 mL dan ditambahkan kapang *Rhizopus oryzae* sebanyak 40 g. Campuran difermentasi selama 3 hari pada kondisi tertutup.

Setelah proses fermentasi selesai, bahan dicuci kembali menggunakan air bersih untuk menghilangkan sisa aroma alkohol hasil fermentasi. Selanjutnya, ubi jalar ungu dikeringkan menggunakan sinar matahari hingga mencapai kondisi kering, kemudian digiling menggunakan blender. Tepung yang dihasilkan diayak menggunakan ayakan 80 mesh untuk memperoleh tepung ubi jalar ungu fermentasi dengan ukuran partikel yang lebih halus dan seragam.

2. Pembuatan Roti Tawar Substitusi Tepung Ubi Jalar Ungu

Pembuatan roti tawar dilakukan berdasarkan formulasi perlakuan yang telah ditentukan. Bahan kering yang terdiri atas tepung terigu, tepung ubi jalar ungu fermentasi, ragi instan, gula pasir, susu skim bubuk, telur, dan garam dicampurkan menggunakan mixer hingga homogen. Air ditambahkan secara bertahap sambil diaduk hingga terbentuk adonan. Margarin kemudian ditambahkan dan adonan diuleni hingga mencapai kondisi kalis. Adonan dibentuk bulat dan diistirahatkan selama 10 menit, kemudian dipotong, dibentuk kembali, dan diistirahatkan selama 15 menit. Selanjutnya, adonan digulung dan dimasukkan ke dalam loyang yang telah diolesi margarin, kemudian difermentasi selama 1 jam. Proses pemanggangan dilakukan pada suhu 120 °C selama 25 menit hingga roti matang. Roti yang dihasilkan didinginkan pada suhu ruang dan digunakan sebagai sampel untuk pengujian.

3. Metode Analisis

Pengujian mutu dilakukan melalui uji organoleptik menggunakan metode hedonik dengan panelis tidak terlatih. Analisis kandungan gizi meliputi kadar air, protein dengan metode Kjeldahl, lemak dengan metode Soxhlet, serat kasar, dan karbohidrat dengan metode *by difference*. Aktivitas antioksidan dianalisis menggunakan metode DPPH dengan penentuan nilai IC_{50} berdasarkan persamaan regresi linear.

Pengolahan dan analisis data

Data hasil pengujian dianalisis menggunakan analisis sidik ragam (ANOVA). Apabila nilai F hitung lebih besar dari pada F tabel, analisis dilanjutkan dengan uji Duncan's Multiple Range Test (DMRT) pada taraf kepercayaan 95% ($\alpha = 0,05$). Analisis uji *t* pada komponen proksimat dilakukan menggunakan perangkat lunak statistik.

HASIL

Penilaian organoleptik menunjukkan bahwa tingkat kesukaan panelis terhadap roti tawar berbeda pada setiap perlakuan substitusi tepung ubi jalar ungu fermentasi. Berdasarkan nilai rata-rata keseluruhan parameter warna, aroma, rasa, dan tekstur, diperoleh tiga perlakuan terbaik dari lima formulasi yang diuji, yaitu perlakuan kontrol dengan penggunaan tepung terigu 100%, diikuti oleh perlakuan substitusi tepung ubi jalar ungu fermentasi sebesar 20% dan 30%. Ketiga perlakuan tersebut dipilih untuk dilakukan analisis kimia lebih lanjut, karena masih berada pada tingkat penerimaan sensori yang dapat diterima oleh panelis.

Hasil analisis kimia menunjukkan bahwa peningkatan persentase substitusi tepung ubi jalar ungu fermentasi cenderung meningkatkan kadar air dan serat kasar serta menurunkan kadar karbohidrat roti tawar. Analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perbedaan kadar air, protein, dan lemak antarperlakuan tidak berbeda nyata secara statistik ($p > 0,05$), sedangkan kadar serat kasar dan karbohidrat menunjukkan perbedaan yang signifikan ($p < 0,05$). Seluruh perlakuan memiliki nilai kadar air yang masih berada dalam batas standar mutu roti tawar yang ditetapkan.

Aktivitas antioksidan roti tawar

meningkat seiring dengan meningkatnya proporsi substitusi tepung ubi jalar ungu fermentasi. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa penambahan tepung ubi jalar ungu fermentasi memberikan pengaruh nyata terhadap aktivitas antioksidan roti tawar ($p < 0,05$). Perlakuan dengan tingkat substitusi tertinggi menghasilkan aktivitas antioksidan paling kuat, yang menunjukkan potensi peningkatan nilai fungsional roti tawar melalui pemanfaatan tepung ubi jalar ungu fermentasi.

PEMBAHASAN

Formulasi roti tawar yang paling disukai panelis adalah perlakuan kontrol dengan komposisi 100% tepung terigu, diikuti oleh formulasi dengan substitusi tepung ubi jalar ungu fermentasi sebesar 20% dan 30%. Tingginya tingkat kesukaan pada perlakuan kontrol menunjukkan bahwa karakteristik sensori roti tawar konvensional masih menjadi preferensi utama panelis, terutama dari aspek warna yang lebih cerah, aroma roti yang familiar, tekstur yang lebih empuk, dan rasa yang netral. Tepung terigu mengandung gluten yang berperan penting dalam pembentukan struktur remah dan volume roti, sehingga menghasilkan tekstur yang lebih lembut dan elastis dibandingkan roti dengan substitusi tepung non-terigu (Giuberti et al., 2017).

Berdasarkan hasil uji hedonik, diketahui bahwa skor kesukaan panelis menunjukkan kecenderungan menurun seiring dengan meningkatnya persentase substitusi tepung ubi jalar ungu fermentasi dalam formulasi roti tawar, terutama pada atribut warna, aroma, tekstur, dan rasa. Penurunan tingkat kesukaan seiring meningkatnya persentase substitusi tepung ubi jalar ungu fermentasi disebabkan oleh perubahan karakteristik sensori produk. Pigmen antosianin pada ubi jalar ungu menyebabkan warna roti menjadi lebih gelap, sementara proses fermentasi dapat menimbulkan aroma dan rasa khas yang berbeda dari roti tawar pada umumnya (Ruttarattanamongkol et al., 2016). Selain itu, berkurangnya kandungan gluten akibat substitusi tepung non-terigu menyebabkan tekstur roti menjadi lebih padat

dan kurang mengembang (Zhang et al., 2019). Meskipun demikian, substitusi hingga 20–30% masih dapat diterima oleh panelis, yang menunjukkan bahwa batas tersebut merupakan tingkat substitusi optimal untuk memperoleh keseimbangan antara daya terima sensori dan peningkatan nilai fungsional produk.

Peningkatan kadar air roti tawar seiring dengan bertambahnya proporsi substitusi tepung ubi jalar ungu fermentasi menunjukkan adanya perubahan sifat fisik adonan akibat perbedaan karakteristik pati antara tepung terigu dan tepung ubi jalar ungu. Tepung terigu memiliki kandungan amilosa yang lebih tinggi dibandingkan tepung ubi jalar ungu, sehingga memiliki kemampuan yang lebih besar dalam membentuk struktur adonan yang kompak dan stabil. Penurunan proporsi tepung terigu dalam formulasi menyebabkan berkurangnya fraksi amilosa, yang berimplikasi pada meningkatnya kemampuan adonan dalam mengikat dan mempertahankan air selama proses pengolahan dan pemanggangan (Aldrina Iswara et al., 2019). Meskipun terjadi kecenderungan peningkatan kadar air, hasil analisis statistik menunjukkan bahwa perbedaan kadar air antarperlakuan tidak signifikan. Hal ini mengindikasikan bahwa Kandungan amilosa pada tepung terigu lebih besar yaitu 25% dibandingkan tepung ubi jalar ungu dengan kandungan amilosa 17,8% (Dwiyani et al., 2019). Rata-rata kadar air ketiga perlakuan roti tawar tersebut sudah memenuhi standar mutu roti tawar (SNI 01-3840-1995) yaitu maksimal 40%.

Peningkatan kadar protein roti tawar seiring dengan bertambahnya substitusi tepung ubi jalar ungu fermentasi menunjukkan peran proses fermentasi dalam memperbaiki mutu gizi bahan baku. Proses fermentasi yang melibatkan *Rhizopus oryzae* dapat meningkatkan kandungan protein melalui aktivitas enzim protease yang menghidrolisis protein kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana, seperti peptida dan asam amino (Anita, Ifadah, & Yaqin, 2023). Selain itu, aktivitas mikroba selama fermentasi turut meningkatkan biomassa mikroorganisme akibat sekresi enzim ekstraseluler, sehingga

berkontribusi terhadap peningkatan fraksi protein pada bahan hasil fermentasi (Max *et al.*, 2016).

Selama proses fermentasi, pembentukan protein sel tunggal (*single cell protein*) juga dapat terjadi sebagai hasil pertumbuhan mikroorganisme. Di sisi lain, glukosa yang terkandung dalam ubi jalar ungu mengalami metabolisme melalui jalur glikolisis menjadi asam piruvat, yang selanjutnya berperan sebagai prekursor pembentukan asam amino (Pratiwi *et al.*, 2023). Peningkatan kadar protein ini memberikan keuntungan apabila roti tawar dikembangkan sebagai produk bakery panggang, karena protein berperan dalam pembentukan struktur dan karakteristik remah roti (Novidahlia, Ulfa, & Rohmayanti, 2022). Namun demikian, meskipun terjadi peningkatan kadar protein, nilai protein roti tawar ubi jalar ungu fermentasi yang dihasilkan masih belum memenuhi standar protein roti tawar menurut Direktorat Gizi Departemen Kesehatan (1992), yaitu sebesar 9,7%. Hal ini menunjukkan bahwa substitusi tepung ubi jalar ungu fermentasi hingga 30% belum mampu menggantikan peran protein gluten dari tepung terigu secara optimal.

Peningkatan substitusi tepung ubi jalar ungu fermentasi pada pembuatan roti tawar menunjukkan kecenderungan penurunan kadar lemak, dengan nilai rata-rata sebesar 6,83%, di mana kadar lemak tertinggi terdapat pada perlakuan kontrol dan terendah pada perlakuan dengan substitusi 30%. Hasil ini sejalan dengan penelitian (Hendarto *et al.*, 2019) yang melaporkan bahwa roti tawar dengan substitusi tepung ubi jalar ungu fermentasi dan penambahan emulsifier memiliki kadar lemak yang relatif serupa. Analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perbedaan kadar lemak antarperlakuan tidak berbeda nyata secara statistik ($p > 0,05$), yang mengindikasikan bahwa penambahan tepung ubi jalar ungu fermentasi tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap kadar lemak roti tawar. Penurunan kadar lemak seiring peningkatan substitusi diduga disebabkan oleh rendahnya kandungan lemak pada tepung ubi jalar ungu dibandingkan dengan tepung terigu, masing-masing sebesar 0,61% dan 1,20%

(Hidayat *et al.*, 2019). Selain itu, penggunaan bahan lain dalam formulasi seperti margarin dengan kandungan lemak tinggi dan susu turut berkontribusi terhadap kadar lemak produk akhir. Berdasarkan Direktorat Jenderal Kesehatan Masyarakat (1992), kadar lemak roti tawar yang dihasilkan telah memenuhi standar minimal yang ditetapkan, yaitu sebesar 4,2%.

Serat kasar merupakan fraksi sisa bahan pangan yang terdiri atas lignin dan selulosa setelah perlakuan asam dan basa mendidih, yang tidak dapat dicerna oleh manusia karena keterbatasan enzim pencernaan selulosa. Peningkatan kadar serat kasar pada roti tawar seiring dengan meningkatnya substitusi tepung ubi jalar ungu fermentasi menunjukkan bahwa penambahan bahan tersebut berkontribusi langsung terhadap kandungan serat produk. Hasil analisis menunjukkan bahwa kadar serat kasar tertinggi diperoleh pada perlakuan substitusi 30%, sedangkan kadar terendah terdapat pada perlakuan kontrol. Analisis sidik ragam menunjukkan bahwa penambahan tepung ubi jalar ungu fermentasi memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap kadar serat kasar roti tawar ($p < 0,05$). Peningkatan ini dipicu oleh tingginya kandungan serat pada ubi jalar ungu, yang dilaporkan mengandung serat sebesar 4,72% (Yamin *et al.*, 2019). Temuan ini sejalan dengan penelitian Adhelinika *et al.* (2013) yang menyatakan bahwa semakin tinggi tingkat substitusi tepung ubi jalar ungu, semakin tinggi pula kandungan serat kasar produk roti. Berdasarkan Direktorat Jenderal Kesehatan Masyarakat (1992), roti tawar ubi jalar ungu yang dihasilkan telah memenuhi standar minimal kadar serat, yaitu sebesar 2,95%.

Karbohidrat merupakan sumber energi utama yang umumnya berasal dari tumbuhan dalam bentuk pati dan gula. Penurunan kadar karbohidrat roti tawar seiring dengan meningkatnya substitusi tepung ubi jalar ungu fermentasi menunjukkan adanya pengurangan proporsi tepung terigu dalam formulasi. Penurunan ini berkaitan dengan metode penentuan karbohidrat secara *by difference*, di mana peningkatan kadar protein, lemak, serat, dan abu menyebabkan nilai

karbohidrat terhitung menjadi lebih rendah (Dan *et al.*, 2016). Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa penambahan tepung ubi jalar ungu fermentasi memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap kadar karbohidrat roti tawar ($p < 0,05$). Temuan ini sejalan dengan penelitian Permatasari *et al.* (2018) dan Krisnawati *et al.* (2019) yang melaporkan bahwa roti tawar berbasis ubi jalar ungu memiliki kadar karbohidrat lebih rendah dibandingkan roti tawar konvensional akibat pengurangan komposisi tepung terigu. Selain itu, proses pemanggangan pada suhu tinggi diduga turut berperan dalam menurunkan kadar karbohidrat melalui degradasi pati dan reaksi karamelisasi gula (Fais *et al.*, 2017). Berdasarkan Direktorat Jenderal Kesehatan Masyarakat (1992), kadar karbohidrat roti tawar ubi jalar ungu yang dihasilkan telah memenuhi standar minimal yang ditetapkan.

Aktivitas antioksidan roti tawar meningkat seiring dengan bertambahnya substitusi tepung ubi jalar ungu fermentasi, yang menunjukkan kontribusi senyawa bioaktif dari ubi jalar ungu, khususnya antosianin, sebagai sumber antioksidan alami (Rahman *et al.*, 2018). Antioksidan dapat berupa enzim kompleks maupun senyawa sederhana seperti vitamin dan flavonoid (Pratiwi *et al.*, 2023), sehingga roti tawar dengan substitusi tepung ubi jalar ungu fermentasi memiliki aktivitas antioksidan lebih tinggi dibandingkan roti kontrol berbasis 100% tepung terigu, yang aktivitas antioksidannya diduga berasal dari bahan tambahan seperti kuning telur yang mengandung vitamin E, vitamin C, dan selenium (Ayudya *et al.*, 2021). Meskipun demikian, aktivitas antioksidan roti tawar lebih rendah dibandingkan tepung ubi jalar ungu fermentasi sebelum pengolahan, yang disebabkan oleh degradasi senyawa antioksidan akibat paparan oksigen dan proses pemanggangan pada suhu tinggi (Meylinda, 2022). Persentase penghambatan radikal bebas meningkat seiring peningkatan konsentrasi sampel (Dwiyani, *et al.*, 2019), di mana nilai IC_{50} digunakan sebagai indikator kekuatan aktivitas antioksidan; semakin kecil nilai IC_{50} , semakin tinggi aktivitas antioksidan

yang dimiliki sampel (Tristantini *et al.*, 2016; Nurriqqa, 2021).

KESIMPULAN

Substitusi tepung ubi jalar ungu hasil fermentasi pada pembuatan roti tawar dapat dimanfaatkan sebagai alternatif bahan pangan lokal untuk meningkatkan nilai fungsional produk tanpa menurunkan daya terima secara signifikan. Tingkat substitusi hingga 20–30% merupakan formulasi yang paling optimal karena masih dapat diterima secara sensori sekaligus memberikan peningkatan kandungan serat dan aktivitas antioksidan. Meskipun peningkatan kadar protein belum memenuhi standar roti tawar konvensional, penggunaan tepung ubi jalar ungu fermentasi tetap memberikan kontribusi positif terhadap perbaikan profil gizi dan potensi kesehatan produk. Oleh karena itu, roti tawar dengan substitusi tepung ubi jalar ungu fermentasi berpotensi dikembangkan sebagai produk pangan fungsional berbasis bahan lokal yang mendukung diversifikasi pangan dan peningkatan kualitas gizi masyarakat.

SARAN

1. Pengembangan roti tawar dengan substitusi tepung ubi jalar ungu hasil fermentasi disarankan untuk diterapkan pada tingkat substitusi 20–30% karena masih memiliki daya terima sensori yang baik serta memberikan peningkatan nilai fungsional produk.
2. Pengembangan lebih lanjut, perlu dilakukan penelitian mengenai optimasi formulasi melalui penambahan bahan pendukung seperti gluten atau enzim pengembang guna meningkatkan kadar protein dan mutu tekstur roti tawar.
3. Perlu dilakukan penelitian yang mengkaji daya simpan, stabilitas aktivitas antioksidan selama penyimpanan, serta potensi indeks glikemik produk guna memperkuat klaim sebagai pangan fungsional.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Fakultas Pertanian Universitas

Hasanuddin atas fasilitas laboratorium serta dukungan sarana dan prasarana yang diberikan selama pelaksanaan penelitian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Jurusan Gizi Poltekkes Kemenkes Makassar atas dukungan akademik dan kerja sama yang diberikan. Apresiasi turut disampaikan kepada seluruh pihak yang telah membantu dalam penyediaan bahan penelitian serta kepada panelis yang telah berpartisipasi dalam uji organoleptik, sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Anita, Raida Amelia Ifadah, And Ainul Yaqin. (2023). 'Analisis Kandungan Gizi Tepung Lokal (Ubi Ungu) Termodifikasi Sebagai Dasar Pembuatan Snack Balita Untuk Pencegahan Stunting'. *Jurnal Pertanian* 13(2)(2088–1673): 91–100.
- Antra Pusuma, Deni, Yhulia Praptiningsih, Miftahul Choiron, Jurusan Teknologi, Hasil Pertanian, Teknologi Pertanian, Universitas Jember, Et Al. (2018). 12 *Karakteristik Roti Tawar Kaya Serat Yang Disubstitusi Menggunakan Tepung Ampas Kelapa The Characteristics Of Fiber-Rich White Bread Substituted By Coconut Dregs Flour*.
- Ayudya Luthfia Nintami, And Ninik Rustanti. (2021). Formulasi pangan berbasis ubi jalar ungu (*Ipomoea Batatas Var Ayamurasaki*) Bagi Penderita Diabetes Melitus Tipe-2. *Journal of Nutrition College*, 10(1), pp. 45–53.
- Dan, Sugito, Ari Hayati, Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya, Jl Raya, Palembang Prabumulih, Et Al. (2016). The Use Of Gabus (*Ophicepallus Strianus Blkr*) Fillet Fish And Application Of Freezing In Making Gluten Pempek. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia*
- Daniela Ticoalu, Gloria, And Jaya Mahar Maligan. (2016). Pemanfaatan Ubi Ungu (*Ipomoea Batatas*) Sebagai Minuman Berantosianin Dengan Proses Hidrolisis Enzimatis The Utilization Of Purple Sweet Potato (*Ipomoea Batatas*) As An Anthocyanin Contained Beverage Using Enzymatic Hydrolysis Process.
- Daud, Ahmad. (2019). 'Kajian Penerapan Faktor Yang Mempengaruhi Akurasi Penentuan Kadar Air. *Lutjanus : Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 24(1), pp. 45–52
- Dwiyani, Titania, Irwan Roza, Fidela Violalita, Program Sudi Teknologi Pangan, And Jurusan Teknologi Hasil Pertanian. (2019). Karakteristik Roti Tawar Ubi Jalar Unggu Yang Difortifikasi Dengan Tempe. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 30(1), pp. 15–23.
- Fahrullah, Fahrullah, Susan Mokoolang, Yusriyah Atikah Gobel, And Meity M. Mokoginta. (2022). 'Inovasi Pemanfaatan Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea Batatas L.*) Dalam Pembuatan Es Krim Bagi Ibu Rumah Tangga'. *Jurnal Abdinus : Jurnal Pengabdian Nusantara* 6(1): 163–69. Doi:10.29407/Ja.V6i1.15713.
- Fais Satrianegara, M, Alam, And Syamsul. (2017). 'Analisis Kandungan Zat Gizi Biskuit Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea Batatas L. Poiret*) Sebagai Alternatif Perbaikan Gizi Di Masyarakat'. *Al-Sihah : Public Health Science Journal* 9(2)(2548–5334): 138–52.
- Hendarto, Liana, Dan Tagor Marsillam Siregar (2019). As A Partial Substitute Of Wheat Flour And Source Of Antioxidant On Plain Bread]. *Jurnal Perikanan Dan Ilmu Kelautan Dan Jurusan Teknologi Pangan Uph*.
- Hidayat, Muhammad Nur, Ery Pratiwi, And Aldila Sagitaning Putri. (2019). Kajian Tepung Ubi Jalar Ungu (*Ipomea Batatas Var Ayamurasaki*) Terhadap Fisikokimia Dan Uji Organoleptik Mie Kering. *Jurnal Teknologi Pangan*, 10(2), pp. 67–75.
- Krisnawati, Renni S. (2019). 'Pengaruh Substitusi Puree Ubi Jalar Ungu (*Ipomea Batatas*) Terhadap Mutu Organoleptik Roti Tawar Veni

- Indrawati'. *E-Journal Boga* 3(1): 79–88.
- Kurniawan, Andre. (2017). Uji Kandungan Flavonoid Pada Ekstrak Kentang Secara Kualitatif Dan Kuantitatif Qualitative And Quantitative Flavonoid Content Test In Potato Extract. *Jurnal Ilmiah Farmasi Pharmaceutical Scientific Journal*
- Kusnedi Rahmat. (2021). 'Pengaruh Penambahan Pengembangroti Terhadap Parameter Organoleptik Pada Pembuatan Roti Manis'. *Jurnal British* 1(2): 60–75.
- Liu, Yudi, Heng Zhang, Margaret Brennan, Charles Brennan, Yuyue Qin, Guiguang Cheng, And Yaping Liu. (2022). 'Physical, Chemical, Sensorial Properties And In Vitro Digestibility Of Wheat Bread Enriched With Yunnan Commercial And Wild Edible Mushrooms'. *Lwt* 169. Doi:10.1016/J.Lwt.2022.113923.
- Max, Glycine, Yohanes Martono, Lucia Devi Danriani, And Sri Hartini. (2016). Pengaruh Fermentasi Terhadap Kandungan Protein Dan Asam Amino Pada Tepung Gaplek Yang Difortifikasi Tepung Kedelai (Glycine Max (L)). *Agritech*, 36(4), pp. 429–436.
- Meylinda Veronika Silaen. (2022). 'Skripsi Pengaruh Penambahan Sari Bayam Merah (*Amaranthus Tricolor L.*) Terhadap Karakteristik Fisik Dan Kimia Mie Basah'.
- Novidahlia, Noli, Siti Maulida Ulfa, And Titi Rohmayanti. (2022). Formulation Of Food Bar As An Emergency Food Based Orange Sweet Potato Flour (*Ipomoea Batatas L.*) And Red Bean Flour (*Phaseolus Vulgaris L.*). *International Journal of Agriculture and Natural Sciences*, 4(1), pp. 37–46.
- Nurriqqa Aulia Kadir. (2021). *Comparison Of Dispersion From Snakehead Fish (Channa Striata) Extract And Concentrate From Solid Fraction Extracted From Snakehead Fish (Channa Striata) Meat As Food Supplement*.
- Permatasari, Sharaswati Dian, Vitria Melani, And Reza Fadhilla. (2018). Studi Pembuatan Roti Dengan Substitusi Tepung Jagung Dan Tepung Ubi Jalar Ungu Sebagai Alternatif Sarapan Rendah Kalori. *Jurnal Pangan dan Gizi*, 9(1), pp. 21–30.
- Pratiwi, Ar H. (2023). 'Analisis Kadar Antioksidan Pada Ekstrak Daun Binahong Hijau *Anredera Cordifolia* (Ten.) Steenis Analysis Of Antioxidant Levels In Green Binahong Leaf Extract *Anredera Cordifolia* (Ten.) Steenis'. *Jurnal Biologi Makassar*. <https://Journal.Unhas.Ac.Id/Index.Php/Bioma>.
- Pratiwi, Indriana, Yati Sudaryati Soeka. (2023). 'Komposisi Nutrisi, Kandungan Senyawa Bioaktif Dan Uji Hedonik Kue Tepung Ubi Ungu (*Ipomoea Batatas Cultivar Ayamurasaki*) Fermentasi'. *Jurnal Biologi Indonesia* 19(1): 43–56. Doi:10.47349/Jbi/19012023/43.
- Rahman Baco, Abdu. (2018). 'Pengaruh Formulasi Roti Tawar Berbasis Mocaf Dan Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea Batatas L.*) Terhadap Nilai Proksimat Dan Aktivitas Antioksidan'. *J. Sains Dan Teknologi Pangan* 3(2): 1163–75.
- Rifqa Shatia, Aufa, Eva Murlida, And Syarifah Rohaya. (2022). 'Studi Pembuatan Roti Tawar Menggunakan Tepung Labu Kuning (*Cucurbita Moschata*) Termodifikasi (Study Of Bread Using Modified Yellow Flour (*Cucurbita Moschata*))'. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian* 7(2). www.Jim.Unsyiah.Ac.Id/Jfp.
- Suryono, Chondro, Lestari Ningrum, And Triana Rosalina Dewi. (2018). 'Uji Kesukaan Dan Organoleptik Terhadap 5 Kemasan Dan Produk Kepulauan Seribu Secara Deskriptif'. *Jurnal Pariwisata* 5(2). <http://Ejournal.Bsi.Ac.Id/Ejournal/Index.Php/Jp>.
- Tristantini, Dewi, Alifah Ismawati, Bhayangkara Tegar Pradana, And Jason Gabriel Jonathan. (2016). 'Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan" Pengujian Aktivitas Antioksidan Menggunakan Metode

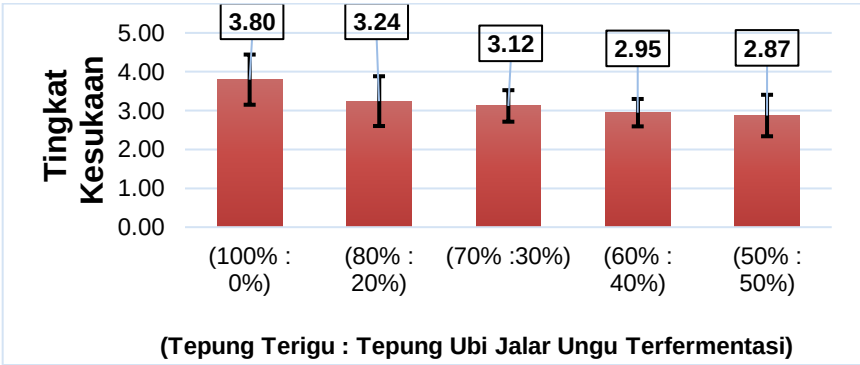
Dpph Pada Daun Tanjung (Mimusops Elengi L)’. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia “Kejuangan”*. : 1–7.

Yamin, Ahmad, Budi Suarti, And M Si. (2019). *Penambahan Tepung Ubi Jalar (Ipomoea Batatas L) Yang Difermentasi Dengan Bakteri Asam Laktat Terhadap Mutu Roti Tawar*.

Yenrina, Rina, And Kurnia Harlina Dewi.(2023). ‘Characteristics Of Instant Steamed Sponge Cake Flour From Blending Purple Sweet Potato Flour (Ipomoea Batatas Var Ayumurasaki), Mung Bean Flour (Vigna Radiata) And Corn Flour (Zea Mays)’’. *And. Int. J. Agric. Nat. Sci* 4(1): 37–46.

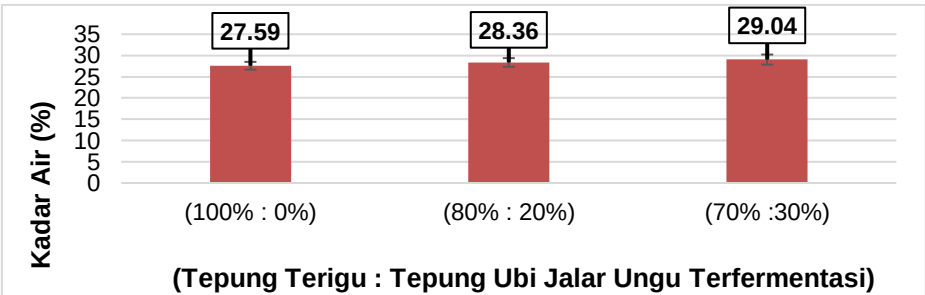
LAMPIRAN

Uji Organoleptik



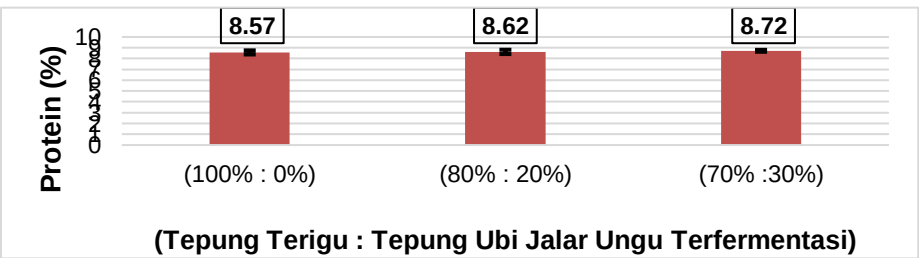
Gambar 1.
Pengaruh Persentase Penambahan Tepung Ubi Jalar Ungu Fermentasi Terhadap Organoleptik Terbaik Roti Tawar

Kadar Air



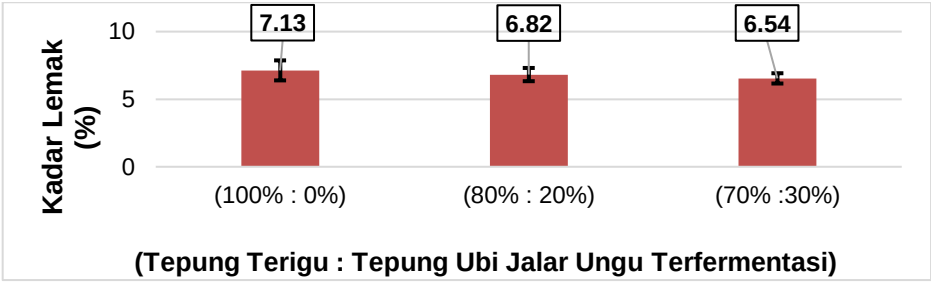
Gambar 2.
Pengaruh Persentase Penambahan Tepung Ubi Jalar Ungu Fermentasi Terhadap Kadar Air Roti Tawar.

Kadar protein



Gambar 1.
Pengaruh Persentase Penambahan Tepung Ubi Jalar Ungu Fermentasi Terhadap Kadar Protein Roti Tawar.

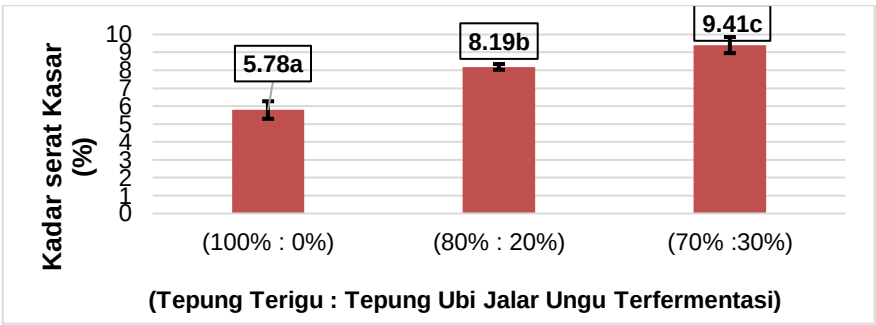
Kadar Lemak



Gambar 4.

Pengaruh Persentase Penambahan Tepung Ubi Jalar Ungu Fermentasi Terhadap Kadar Lemak Roti Tawar

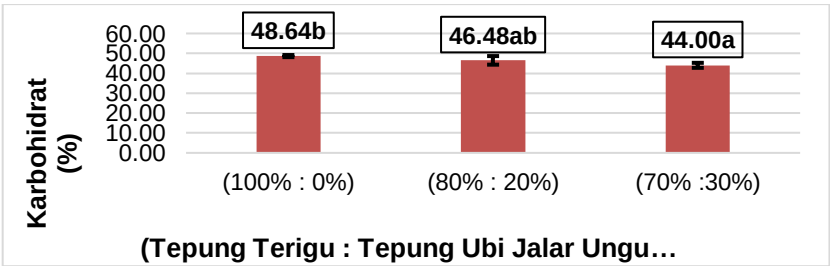
Kadar Serat Kasar



Gambar 2.

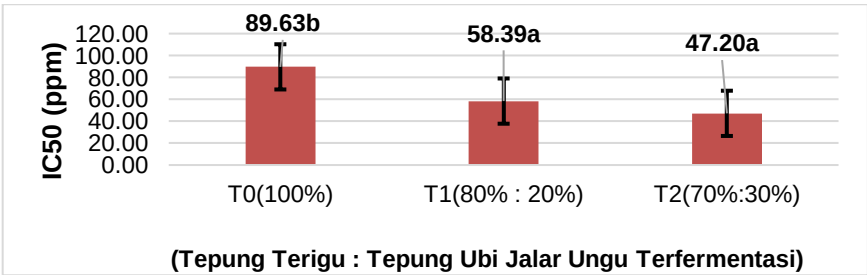
Pengaruh Persentase Penambahan Tepung Ubi Jalar Ungu Fermentasi Terhadap Kadar Serat Roti Tawar.

Kadar Karbohidrat



Gambar 3. Pengaruh Persentase Penambahan Tepung Ubi Jalar Ungu Fermentasi Terhadap Kadar Karbohidrat Roti Tawar

Aktivitas Antioksidan



Gambar 4. Pengaruh Persentase Penambahan Tepung Ubi Jalar Ungu Fermentasi Terhadap Aktivitas Antioksidan Roti Tawar