

SIFAT FISIK, KIMIA DAN KESUKAAN BOLU KUKUS DENGAN RASIO TEPUNG UBI UNGU DAN GULA

Mariano Umbu Radja Mehang Kunda^{1*}, Chatarina Wariyah¹, Yuli Perwita sari¹

¹Teknologi Hasil Pertanian Agroindustri, Universitas Mercu Buana Yogyakarta

[*marianoumbu2205@gmail.com](mailto:marianoumbu2205@gmail.com)

ABSTRAK

Ubi jalar ungu kaya akan antosianin (100–210 mg/100g), pigmen alami yang memberi warna ungu khas dan memiliki aktivitas antioksidan tinggi. Dengan kandungan gizi tersebut, ubi jalar ungu berpotensi dikembangkan sebagai pangan fungsional. Pengolahan menjadi tepung meningkatkan daya simpan dan fleksibilitas dalam formulasi produk makanan. Salah satunya adalah bolu kukus mekar, kue tradisional Indonesia yang biasanya berbahan dasar tepung terigu, gula, telur, dan emulsifier. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi pengaruh rasio tepung terigu-tepung ubi jalar ungu dan jumlah gula terhadap karakteristik fisik, kimia, dan sensorik bolu kukus mekar. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dua faktor, dan 3 ulangan yaitu rasio tepung (75:125 g dan 50:150 g) serta gula (150 g, 200 g, 250 g). Parameter yang dianalisis meliputi kadar air, kadar gula total, aktivitas antioksidan, tekstur, warna, dan uji hedonik. Data dianalisis dengan ANOVA dan uji DMRT pada taraf 95%. Hasil menunjukkan bahwa variasi rasio tepung dan gula memberikan pengaruh signifikan terhadap semua parameter. Kombinasi terbaik menurut panelis adalah 75 g tepung terigu : 125 g tepung ubi jalar ungu dengan 250 g gula. Formulasi ini menghasilkan kadar air 37,95%, kadar gula total 16,67%, aktivitas antioksidan 48,89% RSA, kekerasan 1407,42 g, dan deformasi 10 mm. Penelitian ini berhasil menentukan formulasi optimal bolu kukus mekar ubi jalar ungu sebagai produk pangan fungsional.

Kata Kunci: Bolu kukus, Ubi jalar ungu, Antosianin, Aktivitas antioksidan, Tepung terigu

ABSTRACT

Purple sweet potato is rich in anthocyanins (100–210 mg/100g), a natural pigment that gives a distinctive purple color and has high antioxidant activity. With this nutritional content, purple sweet potato has the potential to be developed as a functional food. Processing into flour increases shelf life and flexibility in food product formulation. One of them is bolu kukus mekar, a traditional Indonesian cake that is usually made from wheat flour, sugar, eggs, and emulsifiers. This study aims to evaluate the effect of the ratio of wheat flour-purple sweet potato flour and the amount of sugar on the physical, chemical, and sensory characteristics of bolu kukus mekar. The study used a Completely Randomized Design (CRD) with two factors, and 3 replications, namely the ratio of flour (75:125 g and 50:150 g) and sugar (150 g, 200 g, 250 g). The parameters analyzed included water content, total sugar content, antioxidant activity, texture, color, and hedonic test. Data were analyzed by ANOVA and DMRT test at the 95% level. The results showed that the variation of flour and sugar ratio had a significant effect on all parameters. The best combination according to the panelists was 75 g wheat flour: 125 g purple sweet potato flour with 250 g sugar. This formulation produced a water content of 38.83%, a total sugar content of 17.17%, an antioxidant activity of 57.46% RSA, a hardness of 1831 g, and a deformation of 10 mm. This study succeeded in determining the optimal formulation of purple sweet potato blooming steamed sponge cake as a functional food product.

Key words: Steamed cake, Purple sweet potato, Anthocyanin, Antioxidant activity, Wheat flour.

PENDAHULUAN

Bolu kukus adalah makanan yang populer di kalangan masyarakat karena tampilannya yang menarik, sering kali berbentuk seperti bunga dan diberi pewarna makanan. Bahan utama pembuatan bolu ini meliputi tepung terigu, gula, telur, emulsifier, serta air. Untuk mendukung diversifikasi pangan, tepung terigu dapat digantikan dengan bahan lain sebagai substitusi, yang sekaligus dapat meningkatkan kandungan gizi pada bolu kukus. Salah satu potensi bahan pangan yang dapat digunakan ialah ubi jalar ungu (Fitriana et al., 2022).

Ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas L.*) adalah salah satu jenis ubi jalar yang banyak ditemukan di Indonesia, selain varietas berwarna putih, kuning, dan merah. Umbi ini memiliki daging berwarna ungu tua yang mencolok, sehingga sering menarik perhatian masyarakat. Salah satu kelebihan ubi jalar ungu terletak pada kandungan antosianinnya, yaitu senyawa yang berperan sebagai antioksidan. Antosianin termasuk dalam kelompok flavonoid, yaitu senyawa yang banyak ditemukan pada berbagai jenis tanaman. Umbi ini mengandung antosianin dengan kadar sekitar ± 519 mg untuk setiap 100 gram berat basah (Sigit et al., 2005). Hasil penelitian Handayani et al., (2019) menyatakan bahwa bolu kukus yang mengandung ubi jalar ungu memiliki aktivitas antioksidan sebesar 49,10%. Ubi jalar ungu dapat diolah menjadi tepung untuk memperpanjang umur simpannya. Sifat kimia tepung ubi jalar ungu, seperti kandungan abu, serat, dan kalori, hampir serupa dengan tepung terigu, sehingga tepung ini dapat dijadikan alternatif pengganti tepung terigu (Fatmala & Adi, 2018). Tepung ubi jalar ungu juga memiliki fleksibilitas tinggi karena dapat digunakan sebagai bahan utama maupun dicampur dengan tepung terigu dalam pembuatan berbagai produk makanan, seperti mi, kue kering, roti, dan kue basah (Santosa et al., 2016).

Tepung terigu merupakan bahan penting dalam pembuatan bolu karena mengandung pati sebagai karbohidrat kompleks dan gluten sebagai protein pembentuk elastisitas serta kekenyalan adonan (Husniati et al., 2015). Gluten terdiri dari gliadin (30–40%) dan glutenin ($\pm 45\%$) dari total protein dalam tepung (Zilic dalam Prasetya, 2017). Kombinasi gluten ini membantu adonan bolu mengembang dan menghasilkan tekstur lembut.

Gula pasir juga merupakan komponen utama dalam pembuatan bolu kukus. Sebagai karbohidrat sederhana, gula berfungsi sebagai sumber energi (Mulyakin, 2020) serta memberikan rasa manis dan warna (Winarno, 2008). Selain itu, gula bersifat higroskopis sehingga mampu mempertahankan kelembaban dan kelembutan bolu (Ridhani et al., 2021). Komposisinya terdiri dari sekitar 97,1% sukrosa, 1,24% gula reduksi, dan 0,61% kadar air (Darwin, 2013 dalam Mulyakin, 2020). Namun, penggunaan gula yang berlebihan dapat membuat adonan terlalu berat, menurunkan kualitas tekstur, dan meningkatkan risiko gangguan kesehatan seperti lonjakan glukosa darah (Susyani et al., 2023). Oleh karena itu, variasi jumlah gula perlu dikaji untuk memperoleh keseimbangan antara rasa, tekstur, dan nilai fungsional bolu.

Masih terbatasnya kajian yang meneliti pengaruh kombinasi rasio tepung terigu-tepung ubi jalar ungu dan jumlah gula secara bersamaan terhadap karakteristik fisik, kimia, dan tingkat kesukaan bolu kukus mekar ubi ungu. Sebagian besar penelitian terdahulu hanya memfokuskan pada satu faktor secara terpisah.

Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi pengaruh variasi rasio tepung terigu-tepung ubi jalar ungu dan jumlah gula terhadap sifat fisik, kimia, dan sensorik bolu kukus mekar ubi jalar ungu sebagai produk pangan fungsional

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan-bahan pembuatan bolu kukus antara lain tepung terigu merk "Segitiga Biru" yang diperoleh dari PT. Indofood Sukses Makmur Tbk, Melalui divisi Bogasari *Flour Mills*, tepung ubi ungu organik merk "Hasil Bumiku" yang diproduksi oleh PT. Kusuka Ubiku, tepung maizena merk "Maizenaku" yang diproduksi oleh EGAFOOD, gula pasir merk "Gulaku" yang diperoleh dari PT. *Sugar Group Companies*, susu cair merk "Ultra Milk", telur ayam, SP, baking powder, garam halus dan vanili bubuk/cair. Bahan yang digunakan untuk analisis kimia Aktivitas antioksidan yaitu: Etanol 96%, DPPH 0,2 M, aquades. Bahan untuk analisis gula total yaitu reagen Nelson A dan reagen Nelson B, NaOH, HCl, HCl 0,5 N, larutan Arsenomolibdat, dan Aquades.

Alat-alat yang digunakan untuk pembuatan bolu kukus adalah timbangan digital, pisau, baskom, gelas ukur, sendok makan, loyang, spatula, cetakan bolu, serbet dan mixer. Alat yang digunakan untuk analisis kadar air yaitu botol timbang 25 x 40 mm (*Pyrex*), desikator, oven (*Memmert UM400*), timbangan analitik (*Ohaus NS. B247553205*) dan penjepit. Alat yang digunakan untuk analisis antioksidan yaitu tabung reaksi 15 mL (Iwaki), timbangan analitik (*Ohaus NS. B247553205*), kertas saring *whattman 40*, Propipet 10 mL (*Socorex NS. 28041802*), spatula, rak tabung reaksi, pipet tetes, vortex (*Thermo Scientific Type M37610-33 NS. C1861131157417*). Analisis antioksidan DPPH menggunakan alat spektrofotometer UV-Vis (*Thermo Scientific Genesis 10 S Series*). Alat untuk uji tekstur yaitu *Lloyd instrument texture analyzer* (Model 1000 S, *Lloyd Instrument Inc., UK*). Alat yang digunakan untuk uji kesukaan antara lain nampan dan timbangan.

Tempat

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Rekayasa, Laboratorium PHP, Laboratorium Kimia dan Laboratorium Pengawasan Mutu Fakultas Agroindustri Universitas Mercu Buana Yogyakarta.

Pembuatan Bolu Kukus

Pembuatan bolu kukus mekar ubi jalar ungu mengacu pada Rose, (2021) yaitu memasukkan semua bahan adonan dalam wadah/baskom, mixer kecepatan rendah sampai tercampur rata selama 1 menit, naikan kecepatan ke maksimal, mixer lagi selama total 15 menit (hingga kental), menuangkan adonan kedalam cetakan bolu kukus sebanyak 20 gram/cetakan, memastikan kukusan sudah beruap penuh, api paling besar. Lalu kukus adonan selama 12-15 menit. Keluarkan dari cetakan, dinginkan.

Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 2 faktor perlakuan dan 3 taraf perlakuan yaitu variasi rasio jumlah tepung terigu/tepung ubi ungu (100 g/100 g, 75 g/125 g, 50 g/150 g) dan variasi jumlah gula (150 g, 200 g, dan 250 g). Analisis data dilakukan secara statistik menggunakan metode *Univariate Analysis of Variance* dengan SPSS versi 25. Apabila terdapat interaksi antar perlakuan, analisis dilanjutkan dengan menggunakan metode *One Way Anova* pada tingkat kepercayaan 95% ($P < 0,05$).

Analisa Produk

Uji fisik dilakukan untuk menilai kualitas produk, meliputi pengukuran warna dengan *colorimeter* NH300 dan tekstur menggunakan *Texture Analyzer Brookfield CT-3*. Uji tingkat kesukaan (*Hedonic Test*) dilakukan oleh 20 panelis terlatih. Analisa kimia mencakup uji Kadar air (AOAC, 1990), Aktivitas Antioksidan (Galaz et al., 2017) dan uji Kadar Gula Total Metode Nelson-Somogyi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil uji sifat fisik, kimia dan kesukaan bolu kukus ubi jalar ungu dengan rasio penambahan tepung terigu-tepung ubi ungu 100g-100g dan gula 200g, dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Uji fisik, kimia, dan kesukaan Kontrol

Tepung terigu/Tepung ubi ungu (g)	Gula (g)	Kadar Air (%b/b)	Kadar Gula Total (%b/b)	Aktivitas Antioksidan (%RSA)	Tekstur (g)	Warna		
						L*	a*	b*
100/100	200	41,23 ± 1,64	12,46 ± 0,82	45,82 ± 2,16	1368,42 ± 8,14	45,61 ± 1,85	5,92 ± 0,54	8,06 ± 0,97

Hasil uji sifat kimia bolu kukus mekar dengan rasio penambahan tepung terigu-tepung ubi ungu dan gula. Hasil uji warna egg roll disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji Kimia Bolu Kukus Mekar Ubi Ungu

Tepung terigu/Tepung ubi ungu (g)	Gula (g)	Kadar Air (%b/b)	Kadar Gula Total (%b/k)	Aktivitas Antioksidan (%RSA)
75/125	150	43,11 ± 0,79 ^c	12,44 ± 0,53 ^a	60,68 ± 2,60 ^c
	200	40,73 ± 0,22 ^b	15,14 ± 0,19 ^b	52,54 ± 3,40 ^b
	250	37,95 ± 1,91 ^a	16,67 ± 0,29 ^c	48,89 ± 7,81 ^{ab}
50/150	150	41,77 ± 0,44 ^{bc}	12,68 ± 0,47 ^a	62,39 ± 3,61 ^c
	200	40,29 ± 0,97 ^b	15,29 ± 0,20 ^b	61,04 ± 3,81 ^c
	250	38,83 ± 1,08 ^a	17,17 ± 0,20 ^c	57,46 ± 2,32 ^c

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata pada tingkat kepercayaan 95% ($p < 0,05$).

Kadar Air

Berdasarkan Tabel 2 hasil uji kadar air menunjukkan adanya perbedaan nyata pada setiap perlakuan. Bolu kukus mekar ubi ungu dengan kadar air tertinggi terdapat pada perlakuan penambahan tepung ubi ungu 125 g dengan jumlah 150 g, sebesar 43,11 ± 0,79% dan bolu kukus mekar ubi ungu dengan kadar air terendah terdapat pada perlakuan penambahan tepung ubi ungu 125 g dengan jumlah gula 250 g, sebesar 37,95 ± 1,91%. Hasil pada tabel menunjukkan bahwa semakin banyak penambahan tepung ubi ungu maka kadar air pada bolu semakin kecil, dan semakin banyak penambahan gula maka kadar air bolu semakin kecil. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Anggarawati *et al.*, (2019) yang menunjukkan bahwa dengan penambahan tepung ubi jalar ungu, kadar air pada *waffle* dapat menurun karena pada pengujian bahan baku tepung ubi jalar ungu lebih rendah dari tepung terigu yaitu sebesar 6,68%. Hal ini disebabkan karena kandungan gluten dalam tepung terigu lebih tinggi, sehingga lebih efektif dalam menyerap dan mempertahankan air dalam adonan dibandingkan dengan tepung ubi jalar ungu yang tidak mengandung gluten dan pernyataan ini sesuai dengan pernyataan Yuliani & Hermiza, (2017) Semakin tinggi kandungan gluten dalam adonan, maka kemampuan adonan untuk menyerap dan menahan air juga meningkat, sehingga kadar air dalam produk akhir cenderung lebih tinggi.

Berdasarkan Tabel 2 semakin banyak konsentrasi gula pasir maka kadar air bolu semakin kecil. Hal ini disebabkan oleh semakin banyaknya penambahan gula pasir, maka kemampuan gula dalam menyerap air juga meningkat, sehingga air bebas dalam adonan berkurang dan kadar air menjadi lebih rendah. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Siregar *et al.*, (2015) gula memiliki sifat osmotik, yaitu kemampuan untuk menarik air dari bahan makanan. Oleh karena itu, semakin tinggi konsentrasi gula yang ditambahkan, semakin banyak air yang terserap, sehingga kadar air dalam produk seperti selai menjadi semakin rendah.

Kadar Gula Total

Berdasarkan Tabel 2 hasil uji gula total menunjukkan adanya perbedaan nyata pada setiap perlakuan. Bolu kukus mekar ubi ungu dengan kadar gula total tertinggi terdapat pada perlakuan penambahan tepung ubi ungu 125 g dengan jumlah gula 250 g, sebesar $17,17 \pm 0,20\%$ dan bolu kukus mekar ubi ungu dengan kadar gula total terendah terdapat pada perlakuan penambahan tepung ubi ungu 150 g dengan jumlah gula 150 g, sebesar $12,44 \pm 0,53\%$. Hasil pada tabel menunjukkan bahwa semakin banyak penambahan tepung ubi ungu maka kadar gula total semakin tinggi, dan semakin banyak penambahan gula maka kadar gula total semakin tinggi. Kadar gula total cenderung meningkat seiring dengan peningkatan substitusi tepung ubi jalar ungu. Gula total mencakup semua jenis gula yang terdapat dalam bahan pangan, termasuk gula pereduksi dan non-pereduksi, serta seluruh karbohidrat dari kelompok monosakarida, disakarida, oligosakarida, hingga polisakarida. Oleh karena itu, semakin banyak gula yang ditambahkan, kadar gula dalam bahan juga ikut meningkat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi gula yang ditambahkan, maka kadar total gula juga akan meningkat. Hal ini terjadi karena saat pemanasan, gula mengalami hidrolisis menjadi gula invert. Jumlah gula invert yang terbentuk ini kemudian memengaruhi total kadar gula dalam produk, sehingga semakin banyak gula invert yang terbentuk, total gula dalam produk pun akan semakin tinggi (Akmal *et al.*, 2018). Penambahan gula pasir ke dalam suatu bahan akan memengaruhi kadar gula total karena gula pasir mengandung sukrosa dan komponen non-sukrosa yang sama-sama berkontribusi meningkatkan kadar gula dalam produk (Joseph & Layuk, 2018).

Aktivitas Antioksidan

Berdasarkan Tabel 2 hasil uji antioksidan menunjukkan adanya perbedaan nyata pada penambahan tepung ubi ungu dan tidak ada beda nyata pada variasi gula. Bolu kukus mekar ubi ungu dengan antioksidan tertinggi terdapat pada perlakuan penambahan tepung ubi ungu 150 g dengan jumlah gula 150 g, sebesar $62,39 \pm 3,61\%$ RSA dan bolu kukus mekar ubi ungu dengan antioksidan terendah terdapat pada perlakuan penambahan tepung ubi ungu 125 g dengan jumlah gula 200 g, sebesar $48,89 \pm 7,81\%$ RSA. Berdasarkan pernyataan di atas menunjukkan bahwa semakin banyak penambahan tepung ubi ungu maka semakin meningkat aktivitas antioksidan bolu kukus ubi ungu, dan semakin banyak penambahan gula maka aktivitas antioksidan semakin menurun. Pernyataan tersebut sejalan dengan penelitian Kurniawan *et al.*, (2023) bahwa semakin bertambah konsentrasi tepung ubi jalar ungu, aktivitas antioksidan produk meningkat sebesar 74,41%. Selain itu, dalam penelitian Nintami, (2012) menyatakan bahwa aktivitas antioksidan mie basah semakin meningkat seiring bertambahnya konsentrasi tepung ubi jalar ungu, sehingga mampu mencegah komplikasi pada penderita DM tipe 2. Peningkatan aktivitas antioksidan dipengaruhi oleh kandungan antosianin, vitamin C, dan senyawa fenol dalam tepung ubi ungu, yang berperan sebagai antioksidan pada ubi jalar ungu. Antosianin dalam tepung tersebut tergolong dalam kelompok senyawa flavonoid. Pengukusan juga dapat meningkatkan aktivitas

antioksidan, karena terjadi reaksi maillard pada saat pengukusan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Putri *et al.*, (2024) peningkatan aktivitas pada kue putu mayang juga dapat disebabkan oleh reaksi maillard pada saat proses pengukusan. Berdasarkan penelitian Pelealu *et al.*, (2019) diketahui bahwa aktivitas antioksidan mampu meningkat akibat adanya reaksi antara asam amino dengan glukosa yang dapat disebut dengan reaksi maillard.

Semakin banyak gula yang ditambahkan, semakin menurun aktivitas antioksidan dalam bolu kukus ubi ungu. Hal ini sesuai dengan pernyataan Octaviani & Rahayuni, (2014) bahwa Kerusakan antosianin dan vitamin C semakin bertambah seiring dengan meningkatnya kadar gula dalam sari buah buni. Semakin banyak gula yang ditambahkan maka tingkat aktifitas antioksidan semakin rendah dikarenakan adanya gugus metilasi dan atom H semakin berkurang akibat adanya gula maka berkurangnya Atom H akan menurunkan aktivitas antioksidan sebagai pendonor hidrogen pada radikal bebas (Widowati dalam (Permanasari *et al.*, 2021).

Hasil uji sifat kimia bolu kukus mekar dengan rasio penambahan tepung terigu-tepung ubi ungu dan gula. Hasil uji warna egg roll disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji Fisik Bolu Kukus Mekar

Tepung terigu-tepung ubi ungu	Gula (g)	Tekstur (<i>Hardness</i>)	Warna		
			<i>Lightness (L*)</i>	<i>Redness (a*)</i>	<i>Yellowness (b*)</i>
75/125	150	1679,33 ± 3,33 ^b	47,88 ± 0,62 ^b	6,29 ± 0,80 ^{ab}	8,12 ± 1,55 ^a
	200	1394,08 ± 6,95 ^a	45,11 ± 1,13 ^{ab}	6,39 ± 0,86 ^{ab}	8,47 ± 2,00 ^a
	250	1407,42 ± 6,37 ^a	44,36 ± 2,60 ^a	6,28 ± 0,55 ^{ab}	8,28 ± 1,57 ^a
50/150	150	2438,91 ± 3,75 ^d	45,68 ± 2,16 ^{ab}	7,10 ± 0,06 ^b	9,12 ± 0,56 ^a
	200	2206,25 ± 9,54 ^c	44,28 ± 4,01 ^a	6,40 ± 0,76 ^{ab}	7,87 ± 1,57 ^a
	250	1831,00 ± 7,59 ^b	44,26 ± 3,09 ^a	6,67 ± 0,41 ^{ab}	8,37 ± 0,49 ^a

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata pada tingkat kepercayaan 95% ($p < 0,05$).

Tekstur

Berdasarkan Tabel 3 menunjukkan adanya perbedaan nyata pada setiap perlakuan. Bolu kukus mekar ubi ungu dengan nilai tekstur tertinggi terdapat pada perlakuan penambahan tepung ubi ungu 150 g dengan jumlah gula 150 g sebesar 2438,91 ± 3,75. Berdasarkan pernyataan diatas menunjukkan bahwa semakin banyak penambahan tepung ubi ungu maka tekstur bolu akan semakin meningkat, dan semakin banyak penambahan gula maka tekstur bolu akan semakin meningkat. Hal ini dikarenakan tepung terigu yang berasal dari industri besar memiliki ukuran partikel tepung lebih seragam dan halus dibandingkan tepung ubi jalar ungu yang berasal dari pengrajin tepung, sehingga akan mempengaruhi kelembutan bolu kukus. Selain itu, tepung ubi jalar ungu mengandung serat kasar sebanyak 2,40%, yang lebih tinggi dibandingkan dengan tepung terigu sebesar 1,92% (Sunarti & Richana, 2004), sehingga dapat menyebabkan kelembutan bolu kukus lebih kasar. Hal ini disebabkan oleh tingginya kandungan amilosa dalam tepung ubi jalar ungu, yaitu sebesar 24,79%, dibandingkan dengan tepung terigu yang hanya mengandung 17,59% amilosa. Menurut Sunarti & Richana, (2004), terdapat hubungan positif antara kadar amilosa dan tekstur, artinya semakin tinggi kadar amilosa dalam tepung, semakin besar kemampuannya membentuk struktur yang padat sehingga menghasilkan tekstur kue yang lebih keras.

Gula dalam jumlah yang terlalu tinggi dapat menghambat proses koagulasi protein selama pemanggangan, yang berdampak pada rendahnya volume spesifik kue dan tekstur menjadi padat (*firm*).

Hal ini terjadi karena gula meningkatkan suhu koagulasi protein dengan cara menyebar di antara molekul-molekul protein, sehingga mengganggu pembentukan ikatan antar protein saat proses koagulasi berlangsung (Sinha *et al.*, 2007). Akibatnya, bolu tidak mengalami proses koagulasi protein secara optimal dan kehilangan kemampuan untuk memerangkap gas karbon dioksida serta udara di dalam adonan. Hal ini berdampak pada penurunan volume bolu dan menghasilkan tekstur yang lebih padat serta keras.

Lightness (L)*

Berdasarkan Tabel 3 menunjukkan adanya perbedaan nyata pada parameter tingkat kecerahan warna (*lightness*) bolu kukus mekar ubi ungu. Tingkat kecerahan warna (*lightness*) bolu kukus ubi ungu tertinggi terdapat pada perlakuan penambahan tepung ubi ungu 125 g dengan jumlah gula 150 g dan tingkat kecerahan bolu kukus mekar ubi ungu terendah terdapat pada perlakuan penambahan tepung ubi ungu 150 g dengan jumlah gula 250 g. Bolu kukus dengan penambahan proporsi tepung ubi ungu yang lebih banyak memiliki warna yang lebih gelap daripada bolu kukus dengan penambahan rasio tepung ubi ungu yang lebih sedikit. Hal tersebut disebabkan oleh kandungan protein yang cukup tinggi dalam ubi ungu, yang dapat memicu terjadinya reaksi *Maillard*. Reaksi *Maillard* adalah reaksi kimia antara asam amino dan gula pereduksi yang berlangsung selama proses pemanasan, seperti pada saat pengukusan bolu. Reaksi ini menghasilkan senyawa-senyawa berwarna cokelat yang menyebabkan warna bolu menjadi lebih gelap (Mukminah *et al.*, 2022). Semakin tinggi penambahan konsentrasi tepung ubi jalar ungu, maka tingkat kecerahan akan menurun serta warna yang diberikan akan menjadi ungu gelap. Senyawa antosianin yang terkandung di dalam ubi jalar ungu memberikan warna alami pada tanaman berupa warna merah, ungu kehitaman, dan biru kehitaman (Farida *et al.*, 2024).

Berdasarkan Tabel 3 dapat dilihat bahwa semakin banyak penambahan gula maka tingkat kecerahan warna *lightness* bolu kukus mekar ubi ungu mengalami penurunan. Ketika jumlah gula meningkat, tingkat kecerahan berkurang, sehingga menghasilkan warna yang lebih dalam. Penurunan kecerahan ini disebabkan oleh terjadinya karamelisasi kandungan gula yang terikat oleh karagenan (Febrianzah & Azara, 2023).

Redness (a)*

Berdasarkan Tabel 3 menunjukkan tidak adanya beda nyata pada parameter derajat tingkat kemerahan (*Redness*). Nilai *redness* bolu kukus mekar ubi ungu berkisar antara 6,28 hingga 7,10. Menurut Yuliasuti & Hartari, (2018), menunjukkan bahwa *redness (a*)* merepresentasikan tingkat kemerahan dengan rentang nilai dari -100 hingga +100. Nilai *a** yang positif menunjukkan kecenderungan warna ke arah merah, sedangkan nilai negatif menunjukkan kecenderungan warna ke arah hijau). Penambahan tepung uwi ungu yang lebih banyak akan meningkatkan nilai kemerahan produk, karena pigmen antosianin yang terkandung di dalamnya (Govi *et al.*, 2024).

Yellowness (b)*

Berdasarkan Tabel 3 menunjukkan bahwa tidak adanya beda nyata pada parameter derajat tingkat kekuningan (*Yellowness*). Nilai *yellowness* bolu kukus mekar ubi ungu berkisar antara 7,87 hingga 9,12. Nilai *b** menggambarkan tingkat kekuningan atau kebiruan suatu sampel. Nilai *b** positif dalam rentang 0 hingga 60 menunjukkan warna kuning, sementara nilai *b** negatif antara 0 hingga -60 menunjukkan warna biru (Govi *et al.*, 2024).

Tingkat Kesukaan

Tingkat kesukaan egg roll disajikan pada Tabel 5. Analisis menggunakan Anova dengan taraf signifikansi 95% ($p < 0,05$).

Tabel 4. Hasil Uji Kesukaan Bolu Kukus Mekar

Variasi Penambahan		Parameter				
Tepung Terigu-Tepung Ubi Ungu (g)	Gula (g)	Aroma	Warna	Tekstur	Rasa	Keseluruhan
75/125	150	3,6 ± 0,68 ^{bc}	3,85 ± 0,87 ^{bc}	3,85 ± 0,87 ^c	3,90 ± 0,71 ^{bc}	3,80 ± 0,83 ^b
	200	3,40 ± 0,59 ^{ab}	2,80 ± 0,83 ^a	2,45 ± 0,60 ^a	3,40 ± 0,75 ^a	2,85 ± 0,48 ^a
	250	3,80 ± 0,69 ^{bc}	4,15 ± 0,74 ^c	4,45 ± 0,51 ^d	4,30 ± 0,57 ^c	4,30 ± 0,57 ^c
50/150	150	3,50 ± 0,68 ^{ab}	3,60 ± 0,68 ^b	3,30 ± 0,86 ^b	3,55 ± 0,82 ^{ab}	3,55 ± 0,88 ^b
	200	3,35 ± 0,74 ^{ab}	3,05 ± 0,99 ^a	2,50 ± 1,00 ^a	3,15 ± 0,74 ^a	3,00 ± 1,02 ^a
	250	4,05 ± 0,75 ^c	3,60 ± 0,68 ^b	4,35 ± 0,74 ^d	4,10 ± 0,64 ^c	4,20 ± 0,76 ^c

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata pada tingkat kepercayaan 95% ($p < 0,05$). 1 = sangat tidak suka, 2 = tidak suka, 3 = suka, 4 = lebih suka, 5 = sangat suka.

Aroma

Berdasarkan Tabel 4 menunjukkan adanya beda nyata pada tingkat kesukaan aroma bolu kukus mekar ubi ungu. Perlakuan penambahan tepung ubi ungu 150 g dengan jumlah gula 250 g menjadi yang paling disukai oleh panelis. Dilihat pada Tabel 4 menunjukkan bahwa semakin banyak penambahan tepung ubi semakin disukai oleh panelis. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Noer *et al.*, (2018), pada pembuatan bolu kukus dengan substitusi tepung ubi jalar ungu sebanyak 60%, dihasilkan aroma yang harum dan khas. Tepung ubi jalar ungu dapat memberikan aroma ubi ungu, menurut Krisnawati & Indrawati, (2014) menyatakan pati pada ubi jalar ungu awalnya terurai menjadi rantai glukosa yang lebih pendek yang disebut dekstrin, kemudian dekstrin ini dipecah menjadi maltosa, yang selanjutnya diuraikan menjadi glukosa. Penambahan gula juga berpengaruh terhadap kesukaan aroma bolu kukus ubi ungu, dimana semakin banyak penambahan gula semakin disukai panelis.

Warna

Berdasarkan Tabel 8 menunjukkan adanya beda nyata pada tingkat kesukaan warna bolu kukus mekar ubi ungu. Perlakuan penambahan tepung ubi ungu 125 g dengan jumlah gula 250 g menjadi yang paling disukai panelis. Dilihat pada Tabel 8 menunjukkan bahwa semakin sedikit penambahan tepung ubi ungu semakin disukai panelis. Bertambahnya konsentrasi tepung ubi jalar ungu menyebabkan adanya perubahan warna pada bolu kukus. Perubahan warna ini terjadi diakibatkan senyawa antosianin yang terkandung di dalam ubi jalar ungu. Antosianin merupakan pewarna alami yang dapat digunakan sebagai BTP pada makanan maupun minuman, sehingga memberikan warna ungu atau merah keunguan hingga ungu gelap pada suatu produk pangan (Armanzah & Hedrawati, 2016). Warna ungu kecoklatan pada bolu kukus terutama terbentuk akibat reaksi *Maillard*, yaitu interaksi antara gula reduksi dengan gugus amino primer atau protein saat dipanaskan pada suhu tinggi (Winarno, 2002).

Tekstur

Berdasarkan Tabel 4 menunjukkan adanya beda nyata pada tingkat kesukaan tekstur bolu kukus mekar ubi ungu. Perlakuan penambahan tepung ubi ungu 125 g dengan jumlah gula 250 g menjadi yang paling disukai. Dilihat pada Tabel 4 menunjukkan bahwa semakin sedikit penambahan tepung ubi ungu semakin disukai panelis. Tekstur bolu kukus masih dipengaruhi oleh kandungan gluten pada tepung terigu. Sudarno (2015) menyatakan bahwa lapisan gluten yang elastis dan kuat mampu menahan gas yang terbentuk selama fermentasi, sehingga menghasilkan tekstur roti tawar yang lebih berongga.

Rasa

Berdasarkan Tabel 4 menunjukkan adanya beda nyata pada tingkat kesukaan rasa bolu kukus mekar ubi ungu. Perlakuan penambahan tepung ubi ungu 125 g dengan jumlah gula 250 g menjadi yang paling disukai. Tingkat kesukaan panelis terhadap cita rasa bolu kukus ubi ungu cenderung menurun seiring meningkatnya konsentrasi tepung ubi jalar ungu yang ditambahkan. Penambahan tepung ubi jalar ungu dalam pembuatan bolu kukus ternyata memengaruhi cita rasanya, dengan munculnya rasa khas dari ubi jalar. Semakin besar jumlah tepung ubi jalar ungu yang ditambahkan, semakin kuat pula cita rasa khas ubi jalar ungu yang terasa pada bolu kukus mekar yang dihasilkan. Menurut Zaitoun *et al.*, (2018) bahwa gula berperan sebagai pemanis sekaligus menyempurnakan rasa asam dan cita rasa lainnya, serta membantu memperbaiki kekentalan makanan. Selain itu, fungsi utama gula sebagai pemanis sangat penting karena mampu meningkatkan penerimaan rasa pada suatu produk makanan (Fitri *et al.*, 2017).

Keseluruhan

Berdasarkan Tabel 4 menunjukkan adanya perbedaan nyata pada penerimaan keseluruhan bolu kukus mekar ubi ungu, dengan rentang skor 2,85 – 4,30. Penambahan tepung ubi ungu 125 g dengan jumlah gula 250 g menjadi yang paling disukai panelis, karena memiliki warna ungu yang tidak terlalu mencolok, aroma yang khas ubi jalar ungu, rasa khas ubi jalar ungu, dan tekstur yang lembut. Menurut Sistanto *et al.*, (2015) penilaian menyeluruh terhadap produk makanan sangat penting karena preferensi konsumen dipengaruhi oleh berbagai faktor, bukan hanya oleh satu aspek saja. Hal ini didukung oleh pendapat Harjiyanti *et al.*, (2013) bahwa Seseorang menyukai suatu produk pangan dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti warna, rasa, aroma, dan tekstur.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian disimpulkan bahwa variasi rasio tepung terigu-tepung ubi jalar ungu dan jumlah gula berpengaruh nyata terhadap sifat fisik, kimia, dan sensorik bolu kukus. Formulasi terbaik adalah 75 g tepung terigu : 125 g tepung ubi jalar ungu dengan 250 g gula, yang menghasilkan produk dengan kadar air 37,95%, gula total 16,67%, aktivitas antioksidan 48,89% RSA, tekstur lembut, dan tingkat kesukaan tinggi. Hasil ini menunjukkan bahwa tepung ubi jalar ungu dapat digunakan sebagai substitusi fungsional dalam pembuatan bolu kukus tanpa menurunkan mutu. Formulasi ini dapat diterapkan oleh pelaku UMKM untuk pengembangan produk lokal bernilai tambah. Penelitian ini juga mendukung ketahanan pangan dengan memanfaatkan bahan lokal melimpah dan mengurangi ketergantungan pada tepung terigu impor.

Untuk penelitian selanjutnya, perlu dikaji penggunaan jenis gula alami lain serta analisis umur simpan dan stabilitas gizi produk.

- M Noer, S. W., Wijaya, M., & Kadirman, K. (2018). Pemanfaatan Tepung Ubi Jalar (*Ipomea Batatas L*) Berbagai Varietas Sebagai Bahan Baku Pembuatan Kue Bolu Kukus. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*, 3, 60. <https://doi.org/10.26858/jptp.v3i0.5465>
- Mukminah, N., Azzahra, H., & Fathurohman, F. (2022). Pengaruh Konsentrasi Gula terhadap Karakteristik Kimia dan Organoleptik Selai Carica (*Carica pubescens L.*). *Edufortech*, 7(2), 147–155.
- Mulyakin, S. (2020). Kajian Penambahan Gula Pasir Terhadap Sifat Kimia Dan Organoleptik Sirup Kersen. *Mataram: Universitas Muhammadiyah Mataram*, 1–59.
- Octaviani, L. F., & Rahayuni, A. (2014). Pengaruh Berbagai Konsentrasi Gula Terhadap Aktivitas Antioksidan Dan Tingkat Penerimaan Sari Buah Buni (*Antidesma bunius*). *Journal of Nutrition College*, 3(4), 958–965. <https://doi.org/10.14710/jnc.v3i4.6916>
- Pelealu, K., Pontoh, J., & Suryanto, E. (2019). Pengaruh Pemanasan terhadap Aktivitas Antioksidan dalam Pembuatan Gula Aren. *Jurnal Chemistry Progress*, 4(2), 60–65.
- Permanasari, D., Sari, A. E., & Aslam, M. (2021). Pengaruh Konsentrasi Gula Terhadap Aktivitas Antioksidan Pada Minuman Bir Pletok. *AcTion: Aceh Nutrition Journal*, 6(1), 9. <https://doi.org/10.30867/action.v6i1.321>
- Prasetya, H. N. (2017). Interaksi Glutenin dan Betalain Ditinjau dari Aspek Molekuler Adonan Disuplementasi Bit Merah (*Beta Vulgaris L.*). *Research Report*, 526–533.
- Putri, N. P. A. D., I Dewa Gde Mayun Permana, & Darmayanti, L. P. T. (2024). Pengaruh Perbandingan Tepung Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea batatas L.*) dan Tepung Beras (*Oryza sativa L.*) terhadap Karakteristik Kue Putu Mayang. 13(2).
- Ridhani, M. A., Vidyaningrum, I. P., Akmalia, N. N., Fatihatunisa, R., Azzahro, S., & Aini, N. (2021). Potensi Penambahan Berbagai Jenis Gula Terhadap Sifat Sensori dan Fisikokimia Roti Manis : Review. *Pasundan Food Technology Journal*, 8(3), 61–68. <https://doi.org/10.23969/pftj.v8i3.4106>
- Santosa, I., Winata, A. P., & Sulistiawati, E. (2016). Kajian Sifat Kimia dan Uji Sensori Tepung Ubi Jalar Putih Hasil Pengeringan Cara Sangrai. *Chemica*, 3(2), 55–60.
- Sigit, B., Atmaka, W., & Apriliyanti, T. (2005). Kajian Sifat Fisikokimia dan Sensori Tepung Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea batatas L*) Dengan Variasi Proses Pengeringan. *Jurnal Pertanian Universitas Sebelas Maret*, 1(1), 788–793.
- Sinha, R., Radha, C., Prakash, J., & Kaul, P. (2007). *Whey protein hydrolysate: Functional properties, nutritional quality and utilization in beverage formulation*. *Food Chemistry*, 101(4), 1484–1491.
- Siregar, E. A., Rusmarilin, H., & Limbong, L. N. (2015). Pengaruh Lama Blansing dan Jumlah Gula Terhadap Mutu Manisan Basah Sawi Pahit. *Jurnal Rekayasa Pangan Dan Pertanian*, 3(2), 117–125.
- Sistanto, S., Soetrisno, E., & Saepudin, R. (2015). Sifat Fisikokimia dan Organoleptik Permen Susu (Karamel) Rasa Jahe (*Zingiber officinale Roscoe*) dan Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza Roxb*). *Jurnal Sain Peternakan Indonesia*, 9(2), 81–90. <https://doi.org/10.31186/jspi.id.9.2.81-90>
- Sudarno. (2015). Eksperimen Pembuatan Roti Tawar Substitusi Tepung Kulit Ari Kedelai Varietas (Issue

1). UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG.

- Sunarti, T. C., & Richana, N. (2004). Pemanfaatan Tepung Umbi Minor Indonesia sebagai Tepung Komposit. *Prosiding Seminar Nasional, Bogor*, 6.
- Susyani, Elzanabilah, R., & Hartati, Y. (2023). Uji Daya Terima Dan Komposisi Gizi Bolu Kukus Low Glycemix Index Untuk Penderita Diabetes Melitus. *Media Gizi Pangan*, 30(2), 190–197. <https://doi.org/10.32382/mgp.v30i2.316>
- Winarno, F. (2002). Kimia Pangan dan Gizi. *Jakarta: Gramedia Pustaka Utama*, 221.
- Winarno, F. G. (2008). Kimia Pangan dan Gizi: Edisi Terbaru. *Jakarta. Gramedia Pustaka Utama*, 31, 44–47.
- Yuliani, S., & Hermiza, M. (2017). Pengaruh Penambahan Tepung Ampas Tahu terhadap Karakteristik Biskuit yang Dihasilkan. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 6(1), 1–11.
- Yuliasuti, E., & Hartari, A. (2018). Pemanfaatan Tepung Ubi Jalar Ungu (*Ipomea batatas L. Poir*) Pada Pembuatan Bolu. *TECHNOPEX- Institut Teknologi Indonesia*, 2010, 1–4.
- Zaitoun, M., Ghanem, M., & Harphous, S. (2018). Sugars: Types and Their Functional Properties in Food and Human Health. *International Journal of Public Health Research*, 6(4), 93–99. <http://www.openscienceonline.com/journal/ijphr>