

KUALITAS BOLU KUKUS DENGAN SUBSTITUSI TEPUNG TEMPE KACANG GUDE (*Cajanus cajan*) dan TEPUNG UBI JALAR UNGU (*Ipomoea batatas*) SEBAGAI PEMANIS

Emanuella Priscilia Sugianto¹, Yuliana Reni Swasti^{1*}, Franciscus Sinung Pranata¹

¹ Fakultas Teknobiologi, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Kota Yogyakarta, 55281, Indonesia

E-mail korespondensi: reni.swasti@uajy.ac.id

Abstrak

Bolu kukus merupakan camilan tradisional yang banyak ditemukan di pasar dengan berbagai macam warna yang menarik. Bolu kukus dibuat dari tepung gandum, gula pasir, susu cair, dan telur. Penelitian ini menggunakan tepung tambahan lainnya yaitu tepung tempe kacang gude dan tepung ubi jalar ungu. Penelitian yang dilakukan bertujuan untuk mengetahui pengaruh substitusi tepung tempe kacang gude dan tepung ubi jalar ungu sebagai pemanis alami terhadap kualitas bolu kukus berdasarkan pada parameter kimia, fisik, mikrobiologi, dan organoleptik. Rancangan percobaan pada penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan variasi tepung gandum, tepung tempe kacang gude, dan tepung ubi jalar ungu secara berturut-turut yaitu kontrol 80:0:0, perlakuan (A) 40:24:16, perlakuan (B) 40:20:20, dan perlakuan (C) 40:16:24. Bolu kukus pada penelitian ini mengandung kadar air sebesar 35,25-37,76%, kadar abu sebesar 1,23-2,10%, kadar lemak sebesar 5,62-9,76%, kadar protein sebesar 8,28-10,04%, kadar karbohidrat sebesar 43,13-49,73%, kadar serat tidak larut sebesar 3,59-26,35%, kadar serat larut sebesar 1,67-20,54%, kadar gula total sebesar 6,57-24,83%, daya kembang sebesar 55,49-77,45%, tekstur kekerasan sebesar 3,18-8,49 N, serta mikrobiologi berupa Angka Lempeng Total dan Angka Kapang Khamir telah sesuai dengan standar roti manis menurut SNI 01-3840-1995. Bolu kukus substitusi tepung tempe kacang gude dan tepung ubi jalar ungu yang menghasilkan perlakuan terbaik berdasarkan kualitas fisik, kimia, mikrobiologi, dan organoleptik adalah pada perlakuan B (40:20:20).

Kata kunci: bolu kukus, tepung ubi jalar ungu, tepung tempe kacang gude, pemanis alami

Abstract

Steamed sponge cake is a traditional snack that is often found in markets with a variety of attractive colors. Steamed sponge cake is made from wheat flour, granulated sugar, liquid milk, and eggs. This research used other additional flour, namely pigeon pea tempeh flour and purple sweet potato flour. The research carried out aimed to determine the effect of the substitution of pigeon pea tempeh flour and purple sweet potato flour as natural sweeteners on the quality of steamed sponge cake based on chemical, physical, microbiological, and organoleptic parameters. The experimental design in this study used a Completely Randomized Design (CRD) with variations of wheat flour, pigeon pea tempeh flour, and purple sweet potato flour, respectively, namely control 80:0:0, treatment (A) 40:24:16, treatment (B) 40:20:20, and treatment (C) 40:16:24. The steamed sponge cake in this study contained water content of 35.25-37.76%, ash content of 1.23-2.10%, the fat content of 5.62-9.76%, the protein content of 8.28-10.04%, the carbohydrate content of 43.13-49.73%, insoluble fiber content of 3.59-26.35%, soluble fiber content of 1.67-20.54%, total sugar content of 6.57-24.83%, volume expansion of 55.49-77.45%, texture hardness of 3.18-8.49 N, and microbiology test of Total Plate Number and Yeast Mold Number in accordance with sweet bread standards according to SNI 01-3840-1995. Steamed sponge cake with the substitution of pigeon pea tempeh flour and purple sweet potato flour, which produced the best treatment based on physical, chemical, microbiological, and organoleptic quality, was treatment B (40:20:20).

Keywords: steamed sponge cake, pigeon pea flour, purple sweet potato flour, natural sweetener

I. Pendahuluan

Bolu kukus merupakan makanan yang berbahan dasar tepung terigu ataupun tepung lainnya yang ditambahkan dengan bahan-bahan lain dan pembuatannya dengan melalui pengukusan (Khotimah dkk., 2019). Faktor-faktor yang berpengaruh pada keberhasilan pembuatan bolu

kukus yaitu cara mengocok adonan dan mengukus adonan, jika salah dalam mengocok dan mengukus adonan, maka menyebabkan kenampakan adonan menjadi bantat atau tidak dapat mengembang sempurna (Putra dan Sudarmawan, 2023). Bolu kukus yang tidak mekar atau bantat dapat disebabkan karena pengocokan adonan yang kurang

lama, jumlah tepung terigu yang digunakan kurang, api kurang besar, saat mengukus tutup panci sering dibuka (tutup panci seharusnya dibuka sebelum bolu kukus matang sekitar 15 menit) (Rambe dan Gusnita, 2022).

Kacang gude (*Cajanus cajan*) merupakan jenis kacang-kacangan dengan kandungan serat kasar yang dan juga mineral (besi, kalsium, sulfur, mangan, potassium, dan vitamin larut air) yang tinggi, sehingga baik bagi tubuh (Maulidina dkk., 2021). Kandungan protein pada kacang gude yaitu 20,7% (Andriana, 2014). Kandungan air pada tepung kacang gude sebesar 6,6%, kadar protein sebesar 24,32%, lemak sebesar 2,94%, dan pati sebesar 3,2% (Maulidina dkk., 2021). Aktivitas antioksidan yang tinggi pada kacang gude dapat menurunkan kadar gula darah (Ayu dkk., 2019).

Pemanis alami merupakan pemanis yang dibuat dengan bahan dasar berupa bahan alam serta dapat diproses secara sintetik maupun dengan proses fermentasi (Puspitasari dkk., 2023). Ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas*) merupakan jenis ubi yang memiliki kandungan antosianin yang tinggi dibandingkan dengan ubi lainnya yaitu 519 mg/100 g (Richana, 2023). Ubi jalar ungu dapat dijadikan sebagai pemanis alami karena mengandung senyawa gula yang memberikan efek manis, gula yang dihasilkan dari ubi jalar ungu berasal dari perombakan pati (Sihombing dkk., 2023). Kandungan gula pada ubi jalar ungu lebih rendah dibandingkan sukrosa yaitu sebesar 2,70%, sehingga rasanya tidak terlalu manis sehingga lebih aman dikonsumsi bagi penderita diabetes mellitus (Tarigan dkk., 2019).

II. Bahan dan Metode Penelitian

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah oven (Memmert U750), grinder, ayakan 60 mesh, mixer (Cosmos CM-1679), cetakan bolu kukus, panci kukus, kompor gas (Rinnai), timbangan analitik (Mettler Toledo), Buchi Distillation Unit K-355, lemari asam, buret digital, waterbath, vortex (Barnstead Thermolyne), eksikator, Moisture Balance (Phoenix Instrument), Soxhlet, tanur, inkubator (Memmert INE600), Texture Analyzer (Brookfield TA1066), Color Reader (Konica Minolta CR 10 Plus), Laminar Air Flow (ESCO), dan autoklaf (Hirayama Hiclave HVE-50).

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tepung gandum, tepung tempe kacang gude, pemanis alami tepung ubi jalar ungu, gula pasir, telur, susu cair, baking powder, SP, vanili, akuades, heksana, katalis N, H₂SO₄ pekat, asam borat 4 %, indikator MR-BCG, NaOH 32 %, HCl 0,1 N, H₂SO₄ 1,25 %, NaOH 3,25 %, etanol 96 %, Celite, etanol 78%, aseton, alkohol 70%, medium

Plate Count Agar (PCA), dan medium Potato Dextrose Agar (PDA).

Metode

Rancangan Percobaan

Penelitian dilakukan dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) menggunakan 3 kali pengulangan. Variasi bolu kukus substitusi tepung tempe kacang gude dan tepung ubi jalar ungu terdiri dari 4 perlakuan. Perlakuan 80:0:0 (K), 40:24:16 (A), 40:20:20 (B), dan 40:16:24 (C).

Analisis Proksimat Bahan Awal

Tempe kacang gude dan ubi jalar ungu dijadikan menjadi tepung kemudian dilakukan uji kadar protein, kadar lemak, kadar abu, kadar serat tidak larut, kadar serat larut, dan kadar karbohidrat.

Pembuatan Bolu Kukus

Pembuatan bolu kukus dibuat dengan kombinasi tepung gandum dan tepung tempe kacang gude serta adanya tambahan pemanis alami ubi jalar ungu. Proses pembuatan bolu kukus diawali dengan persiapan bahan dan alat terlebih dahulu, kemudian air di dalam panci kukusan dipanaskan. Kompor dinyalakan dengan menggunakan api sedang (Rahardjo dkk., 2023).

Tepung gandum, tepung tempe kacang gude, dan tepung ubi jalar ungu ditimbang terlebih dahulu sesuai dengan yang diinginkan kemudian dimasukkan ke dalam mangkok atau wadah dan ditambahkan dengan vanili dan secukupnya. Bahan-bahan berupa telur, gula, *baking powder*, SP, dan susu cair dimasukkan dalam wadah baskom, kemudian *dimixer* dengan kecepatan tinggi hingga adonan didapatkan kental berwarna putih. *Mixer* diturunkan kecepatannya menjadi yang paling rendah jika adonan sudah berubah menjadi kental dan berwarna putih, selanjutnya tepung, dimasukkan ke dalam baskom dan *dimixer* kembali hingga merata. Adonan tersebut dicampur menggunakan *mixer* dengan kecepatan rendah hingga adonan mengembang dengan sempurna (Rahardjo dkk., 2023).

Adonan yang telah mengembang kemudian dituangkan ke dalam cetakan bolu kukus dan dimasukkan dalam panci kukusan yang telah dipanaskan. Panci ditutup dengan tutupan panci yang telah ditutup dengan kain lap. Adonan bolu dikukus selama 30-35 menit (Rahardjo dkk., 2023).

Uji Kadar Air

Kadar air dapat ditentukan dengan alat *moisture analyzer* yang dipastikan terlebih dahulu alat yang digunakan tersebut sudah terhubung dengan sumber listrik. Alat kemudian dinyalakan sampai layar *display* menyala dan menampilkan angka nol. Sampel sebanyak 1 gram ditumbuk menggunakan lumpang dan alu terlebih dahulu kemudian diletakkan pada *pan* yang terdapat di dalam alat dan alat ditutup, ditunggu hingga hasil

kadar airnya muncul kemudian hasilnya dicatat (Saraswati dan Putra, 2023).

Uji Kadar Abu

Sampel ditimbang terlebih dahulu sebanyak 1 gram kemudian diletakkan di dalam cawan yang telah diketahui beratnya dan cawan berisi sampel diabukan di dalam tanur dengan suhu sebesar 550-600 °C selama 4-8 jam. Cawan berisi abu dipanaskan kembali dalam oven dengan suhu 100 °C selama 30 menit kemudian didinginkan dalam eksikator selama 15 menit. Cawan ditimbang kemudian hasil dicatat, setelah itu dipanaskan dan ditimbang kembali hingga berat konstan yang diinginkan dapat tercapai (AOAC, 2005).

Uji Kadar Lemak

Kadar lemak dapat ditentukan dengan cara dilakukan penimbangan sampel sebanyak 1 gram, kemudian dimasukkan ke dalam selongsong dan disumbat dengan kapas bebas lemak. Selongsong dimasukkan ke dalam labu yang berisi heksana hingga terendam. Selongsong diambil kemudian diuapkan di udara terbuka hingga tidak basah dan berbau, setelah itu diuapkan dalam oven dengan suhu 100 °C selama 1 jam dan didinginkan dalam eksikator. Selongsong kemudian ditimbang hingga konstan (Sudarmadji dkk., 1989).

Uji Kadar Protein

Sampel dan katalis N masing-masing ditimbang sebanyak 2 gram kemudian dimasukkan ke dalam tabung destruksi dan ditambahkan dengan H₂SO₄ pekat sebanyak 20 mL. Larutan didestruksi hingga berubah warna menjadi hijau muda jernih kemudian didinginkan hingga benar-benar dingin. Hasil destruksi didestilasi dengan cara ditambahkan akuades sebanyak 50 mL dan NaOH 32% sebanyak 90 mL yang hasilnya ditampung pada Erlenmeyer yang berisi asam borat 4% sebanyak 60 mL dan indikator MR-BCG sebanyak 4 tetes. Destilator dimatikan apabila seluruh proses destilasi telah selesai, kemudian dititrasi dengan HCl 0,1 N yang telah terstandarisasi. Proses titrasi dihentikan sesaat setelah terjadi perubahan warna pada larutan yang akan menjadi berwarna merah muda (Aprillanda dkk., 2019).

Uji Serat Tidak Larut

Sampel bebas lemak sebanyak 1 gram dari hasil ekstraksi Soxhlet dimasukkan ke dalam erlenmeyer kemudian ditambahkan dengan H₂SO₄ 1,25 % sebanyak 100 mL. Larutan sampel dipanaskan hingga mendidih kemudian disaring. Residu yang tertinggal dicuci dengan akuades mendidih sebanyak 100 mL kemudian dicuci kembali dengan NaOH 3,25% sebanyak 100 mL. Larutan hasil cucian dipanaskan hingga mendidih kemudian disaring kembali. Residu pada kertas saring dicuci kembali dengan akuades mendidih sebanyak 100 mL kemudian diuapkan selama 12 jam, lalu kertas saring dikeringkan dengan oven

dengan suhu yang digunakan sebesar 100°C selama 1 jam. Kertas saring selanjutnya didinginkan di dalam eksikator selama 10 menit dan ditimbang hingga berat konstan tercapai kemudian hasil yang didapatkan dicatat, hasil dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut (Badan Standardisasi Nasional, 1992).

$$\text{Kadar Serat Tidak Larut (\%)} = \frac{B - A}{\text{berat sampel (g)}} \times 100\%$$

Keterangan:

A = hasil konstan kertas saring kosong

B = hasil konstan kertas saring setelah uji serat tidak larut

Uji Serat Larut

Filtrat hasil cucian dari serat tidak larut ditambahkan 200 mL etanol 96% dan dipanaskan dengan *waterbath* pada suhu sebesar 60 °C selama 1 jam kemudian diendapkan selama 1 jam. Kertas saring yang telah diketahui beratnya kemudian ditambahkan dengan *celite* sebanyak 0,25 g dan filtrat serat disaring, lalu dicuci dengan etanol 78 % sebanyak 10 mL, etanol 96% sebanyak 10 mL, dan aseton sebanyak 10 mL. Larutan pada kertas saring diuapkan selama 12 jam kemudian dikeringkan dengan oven dengan suhu yang digunakan yaitu sebesar 100°C hingga konstan (Kinanthi dkk., 2023). Kadar serat larut dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Kadar Serat Larut (\%)} = \frac{(B - A) - \text{celite}}{\text{berat sampel (g)}} \times 100\%$$

Keterangan:

A = hasil konstan kertas saring kosong

B = hasil konstan kertas saring setelah uji serat larut

Uji Kadar Karbohidrat

Kadar karbohidrat sampel dapat ditentukan dengan cara diukur dengan metode *by difference*. Metode ini dilakukan dengan cara total kadar 100% dikurangi dengan kadar air, abu, lemak, dan protein dalam persen. Hasil yang didapat kemudian dicatat (Winarno, 1997).

Uji Kadar Gula (Refraktometer)

Kadar gula yang diukur pada penelitian ini menggunakan alat refraktometer. Cara kerja refraktometer adalah plat cahaya dibuka kemudian sampel yang akan diuji kandungan gulanya ditetaskan secukupnya sampai sampel dapat menutupi seluruh area biru. Hasil yang diperoleh dapat dilihat pada skala nilai kadar gula total yang tertera pada alat dengan cara diteropong. Hasil pengukuran kadar gula dengan refraktometer dinyatakan dengan % Brix (Karnia dkk., 2019).

Uji Tekstur Kekerasan

Probe dipasang kemudian sampel yang akan digunakan diletakkan di meja objek. Jarak antara *probe* dan sampel diatur, setelah itu program *Texture Prolite* pada komputer dibuka dan ditunggu hingga ada koneksi dengan alat. Seluruh pengaturan pada

program diatur kemudian dilakukan *running*. Setelah itu, *probe* akan bergerak turun sebanyak 2 kali putaran untuk mengukur ketebalan dan kekerasan sampel kemudian data yang diperoleh dapat dilihat pada program, kemudian hasil yang ada di komputer dicatat (Priharyanto dkk., 2022).

Uji Daya Pengembang

Uji daya pengembang dapat dilakukan dengan cara mengukur adonan fisik. Uji dilakukan dengan diukur dengan tusuk sate atau lidi pada tengah-tengah adonan. Pengukuran tersebut diukur tinggi adonan sebelum ataupun sesudah adonan yang telah jadi. Rumus pengembangan dapat dihitung sebagai berikut (Nirmalawaty dan Mahayani, 2022).

$$\text{Pengembangan (\%)} = \frac{B - A}{A} \times 100\%$$

Keterangan:

A = tinggi adonan sebelum produk jadi

B = tinggi adonan setelah produk jadi

Uji Angka Lempeng Total

Sampel ditimbang sebanyak 1 gram terlebih dahulu kemudian diencerkan dengan akuades steril sebanyak 9 mL, dihomogenkan dan digunakan sebagai pengenceran 10^{-1} . Hal yang sama dilakukan kembali yaitu larutan hasil pengenceran 10^{-1} diambil sebanyak 1 mL dan diencerkan dengan akuades steril sebanyak 9 mL, sehingga diperoleh pengenceran 10^{-2} , begitu seterusnya hingga diperoleh pengenceran yang diperlukan. Setiap pengenceran diambil sebanyak 1 mL dan dimasukkan ke dalam *petridish* kemudian ditambahkan dengan medium *Plate Count Agar* (PCA) dan diratakan secara *pour plate*. Medium didinginkan hingga memadat dan *petridish* dibungkus dengan *plastic wrap* kemudian diinkubasi terbalik dengan suhu yang digunakan yaitu sebesar 37°C selama 24 jam, koloni berjumlah 25-250 dan 30-300 (Fardiaz dan Margino, 1993).

Uji Angka Kapang dan Khamir

Sampel ditimbang sebanyak 1 gram dan dilarutkan dalam 9 mL *Buffered Peptone Water* (BPW) kemudian dibuat seri pengenceran. Masing-masing larutan pengenceran diambil sebanyak 0,1 mL kemudian diinokulasikan pada medium *Potato Dextrose Agar* (PDA) dan diratakan dengan cara *spread plate*. *Petridish* kemudian dibungkus dengan *plastic wrap* dan diinkubasi dengan suhu yang digunakan yaitu sebesar 37°C selama 48 jam. Koloni dengan jumlah 10-150 yang boleh dihitung dan hasil yang diperoleh dinyatakan dalam satuan CFU/g (Yuliastuti dkk., 2019).

Uji Organoleptik

Pengujian organoleptik yang dilakukan dengan cara menguji warna, aroma, rasa, tekstur, dan *overall*. Pengujian dilakukan secara acak kepada 30 orang panelis tidak terlatih yang terdiri dari laki-laki dan perempuan serta masing-masing diberi 3 sampel dengan kode berbeda. Skala yang digunakan

pada uji hedonik ini adalah 1-4 untuk masing-masing parameter. Skala 1 menunjukkan nilai tidak suka dan skala 4 menunjukkan nilai sangat suka (Priharyanto dkk., 2022).

III. Hasil dan Pembahasan

Analisis Kimia Tepung Tempe Kacang Gude dan Tepung Ubi Jalar Ungu

Tabel 1. Kandungan Kimia Tepung Tempe Kacang Gude

Parameter (%)	Hasil Uji Tepung Tempe Kacang Gude	Literatur (%)
Kadar air	$5,96 \pm 0,34$	Maks. 9,77 (a)
Kadar abu	$1,87 \pm 0,06$	Maks. 3,59 (b)
Kadar lemak	$4,53 \pm 0,11$	Maks. 5,00 (c)
Kadar protein	$31,27 \pm 0,57$	18-35 (d)
Kadar serat tidak larut	$23,01 \pm 0,62$	Maks. 25,07 (e)
Kadar serat larut	$11,14 \pm 0,57$	9,48-11,15 (f)
Kadar karbohidrat	$56,37 \pm 0,76$	60,53 (g)

Sumber: (a) Tepung kacang gude coklat (Eze dkk., 2024), (b) Biji gude (Sudarmadji, 1989), (c) Tempe secara umum (Fazrin dkk., 2020), (d) Kacang gude (Nurhalisa dkk., 2022), (e) Tepung tempe secara umum (Winarno, 1997), (f) Tepung kacang gude (A'Yuni dkk., 2021), (g) Tepung kacang gude (Sachanarula dkk., 2022).

Pembahasan Kandungan Kimia Tepung Tempe Kacang Gude

Kadar air tepung tempe kacang gude yang didapatkan dari penelitian ini adalah sebesar 5,96%. Hasil tersebut telah mendekati penelitian sebelumnya yaitu kadar air yang diperoleh dari tepung tempe kacang gude coklat yaitu maksimal 9,77% (Eze dkk., 2024). Kadar air tepung tempe kacang gude pada penelitian ini lebih rendah dibandingkan penelitian sebelumnya, karena pengaruh dari lamanya proses pengovenan tempe gude, pada penelitian sebelumnya tempe gude dikeringkan di oven pada suhu 60°C selama 8 jam, sedangkan pada penelitian ini selama 22 jam (Sinuraya dkk., 2024).

Kadar abu tepung tempe kacang gude yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebesar 1,87% yang telah mendekati penelitian sebelumnya yaitu maksimal 3,59% (Sudarmadji dkk., 1989). Kadar abu yang tinggi menunjukkan bahwa kadar mineral yang terkandung pada bahan tersebut juga tinggi. Hal ini didukung oleh penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa kacang gude mengandung mineral (besi, kalsium, sulfur, mangan, potassium, dan vitamin larut air) yang tinggi, sehingga baik bagi tubuh (Maulidina dkk., 2021).

Kadar lemak tepung tempe kacang gude yang didapatkan pada penelitian ini adalah sebesar 4,53% telah mendekati penelitian sebelumnya yaitu tempe mengandung lemak sebesar 5% (Fazrin dkk., 2020). Lemak dominan yang terkandung pada kacang gude adalah asam linoleat dan asam palmitat. Kandungan lemak rendah pada kacang gude bermanfaat untuk penurunan masalah yang terjadi pada jantung (Haji dkk., 2023).

Kadar protein tepung tempe kacang gude yang didapatkan pada penelitian ini sebesar 31,27% yang masih berada dalam rentang dari penelitian sebelumnya yaitu sebesar 18-35% (Nurhalisa dkk., 2022). Kacang gude mengandung protein tinggi karena memiliki total asam amino yang tinggi pula yaitu sebesar 43% yang sebagian besar mengandung asam amino esensial. Asam amino tersebut terdiri dari valin, leusin, isoleusin, asam glutamat, fenilalanin, dan lisin. Kandungan asam amino yang mendominasi pada kacang gude dibandingkan dengan kacang lainnya adalah asam glutamat, fenilalanin, dan lisin (Locali-Pereira dkk., 2023).

Kadar serat tidak larut tepung tempe kacang gude yang didapatkan dari penelitian ini adalah sebesar 23,01%, sedangkan pada penelitian sebelumnya adalah maksimal 25,07% (Winarno, 1997). Kadar serat tidak larut tersebut tergolong tinggi disebabkan oleh pengupasan kulit pada biji kacang gude yang tidak bersih, sehingga kulit tersebut tidak bisa tersaring dengan sempurna dan mengendap pada kertas saring. Pengupasan kulit ari pada biji kacang gude mentah biasanya dilakukan menggunakan mesin pengupas khusus, kemudian direndam semalaman, akan tetapi tidak menutup kemungkinan bahwa kulit arinya akan terkelupas semua (Kanetro, 2017).

Kadar serat larut tepung tempe kacang gude yang didapatkan dari penelitian ini adalah sebesar 11,14% yang sesuai dengan penelitian sebelumnya yaitu sebesar 9,48-11,15% (A'Yuni dkk., 2021). Kadar serat larut tepung tempe kacang gude yang didapatkan pada penelitian ini lebih rendah dibandingkan serat tidak larut, jenis serat larut yang terkandung pada tempe gude adalah pati resisten yang berfungsi sebagai prebiotik (Rahmawati dkk., 2021). Kandungan serat larut akan meningkat saat terjadi proses fermentasi yang kemudian akan menurun seiring dengan waktu fermentasinya, sedangkan kandungan serat tidak larut akan mengalami penurunan saat terjadi proses fermentasi dan setelahnya tidak akan mengalami penurunan kembali (Syahadi dkk., 2022).

Kadar karbohidrat pada bahan pangan sangat ditentukan dari adanya komponen lain seperti kadar air, kadar abu, kadar lemak, dan kadar protein yang terkandung di dalam bahan pangan tersebut (Priharyanto dkk., 2022). Kadar karbohidrat tepung tempe kacang gude yang didapatkan dari penelitian

ini adalah sebesar 56,37% yang sesuai dengan penelitian sebelumnya mengenai tepung kacang gude yaitu sebesar 60,53% (Sachnarula dkk., 2022). Kadar karbohidrat pada penelitian ini lebih rendah dibandingkan dengan penelitian sebelumnya. Hal ini dapat disebabkan oleh adanya proses pengolahan khususnya pemanasan yang terjadi saat pembuatan bahan. Proses pemanasan di suhu 60°C atau di atas 60°C dapat menurunkan kadar karbohidrat yang terkandung pada bahan pangan yang ditandai dengan molekul pati akan terurai menjadi gula sederhana (Priharyanto dkk., 2022).

Tabel 2. Kandungan Kimia Tepung Ubi Jalar Ungu

Parameter (%)	Hasil Uji Tepung Ubi Jalar Ungu	Literatur
Kadar air	2,92 ± 0,30	Maks. 3,510% (a)
Kadar abu	3,06 ± 0,05	Maks. 5% (b)
Kadar lemak	0,83 ± 0,10	Maks. 1,11% (c)
Kadar protein	4,05 ± 0,03	5,12% (d)
Kadar serat tidak larut	3,7 ± 0,46	Maks. 4,72% (d)
Kadar serat larut	8,79 ± 0,53	8,61-9,56% (e)
Kadar karbohidrat	89,14 ± 0,30	92,98% (a)

Sumber: *(a) – (d) Tepung Ubi Jalar Ungu, (a) (Prasetyo dan Winardi, 2020), (b) (Rakhmayati dkk., 2023), (c) (Putri dkk., 2022), (d) Alifianita dan Sofyan, 2022), (e) Ubi jalar (Histifarina dkk., 2023).

Pembahasan Kandungan Kimia Tepung Ubi Jalar Ungu

Kadar air tepung ubi jalar ungu yang diperoleh dari penelitian ini adalah 2,92%. Hasil kadar air yang didapatkan sudah sesuai dengan penelitian sebelumnya mengenai tepung ubi jalar ungu yaitu sebesar maksimal 3,510%. Perbedaan kadar air tersebut dapat disebabkan oleh perbedaan lama waktu pengeringan ubi jalar ungu, pada penelitian ini ubi jalar ungu dikeringkan dengan oven pada suhu 60°C selama 24 jam, sedangkan pada penelitian sebelumnya dikeringkan dengan oven pada suhu 105°C selama 15 menit (Prasetyo dan Winardi, 2020).

Kadar abu tepung ubi jalar ungu yang diperoleh dari penelitian ini sebesar 3,06% yang telah sesuai dengan penelitian sebelumnya mengenai kadar abu tepung ubi jalar ungu yaitu maksimal 5% (Rakhmayati dkk., 2023). Hal ini juga didukung oleh penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa ubi jalar ungu mengandung mineral seperti zat besi (Fe), kalsium (Ca), dan fosfor (P) (Ervina dkk., 2021). Kadar abu pada suatu bahan pangan akan semakin

tinggi apabila bahan tersebut juga mengandung mineral yang tinggi (Sulaiman dan Noviasari, 2023).

Kadar lemak tepung ubi jalar ungu yang diperoleh dari penelitian ini yaitu sebesar 0,83% yang telah sesuai dengan penelitian sebelumnya mengenai kadar lemak tepung ubi jalar ungu yaitu maksimal 1,11% (Putri dkk., 2022). Kandungan lemak pada tepung ubi jalar ungu hanya sebagian kecil dari kandungan kimia lainnya karena kadar lemaknya tergolong rendah. Tepung ubi jalar ungu mengandung asam lemak utama yaitu berupa palmitat, linolenat, linoleat, dan stearat (Shaari dkk., 2021).

Kadar protein Kadar protein tepung ubi jalar ungu yang didapatkan pada penelitian ini adalah sebesar 4,05%, kadar protein tersebut telah mendekati dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa kadar protein tepung ubi jalar ungu yang didapatkan sebesar 5,12% (Alifianita dan Sofyan, 2022). Ubi jalar ungu mengandung protein yang tergolong rendah dibandingkan jenis ubi jalar lainnya. Kandungan asam amino pada tepung ubi jalar ungu lebih tinggi dibandingkan tepung gandum yaitu masing-masing sebesar 45,13 mg/g berat kering. Asam amino yang terkandung pada ubi jalar ungu adalah lisin, metionin, treonin, dan sistin (Woolfe, 1992).

Kadar serat tidak larut tepung ubi jalar ungu yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebesar 3,7% yang telah sesuai dengan penelitian sebelumnya tentang kadar serat kasar pada tepung ubi jalar ungu yang didapatkan yaitu maksimal

4,72% (Alifianita dan Sofyan, 2022). Kadar serat larut yang diperoleh sebesar 8,79% yang telah sesuai dengan kadar serat larut pada penelitian sebelumnya yaitu sebesar 8,61-9,56% (Histifarina dkk., 2023). Kadar serat tidak larut yang terkandung pada ubi jalar ungu yaitu berupa selulosa dan hemiselulosa yang bermanfaat bagi kesehatan yaitu untuk mencegah sembelit. Kadar serat larut tepung ubi jalar ungu yang diperoleh lebih tinggi dibandingkan dengan kadar serat tidak larut, kadar serat larut yang tinggi lebih efektif untuk menurunkan kolesterol total di dalam tubuh dibandingkan dengan serat tidak larut (Sinulingga, 2020). Kadar serat larut yang terkandung pada ubi jalar ungu yaitu berupa oligosakarida (stakiosa, rafinosa, dan verbaskosa) yang bermanfaat untuk substrat pertumbuhan mikroba di dalam kolon (usus besar) sebagai prebiotik (Heliana dkk., 2024).

Kadar karbohidrat tepung ubi jalar ungu yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebesar 89,14% yang telah sesuai dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa kadar karbohidrat pada tepung ubi jalar ungu sebesar 92,98% (Prasetyo dan Winardi, 2020). Kadar karbohidrat yang dihasilkan pada penelitian ini tergolong tinggi. Perbedaan kadar karbohidrat pada penelitian ini dan sebelumnya dipengaruhi oleh tinggi rendahnya komponen lain (protein lemak, abu, dan air). Semakin rendah kandungan zat gizi lain seperti protein, lemak, abu, dan air mengakibatkan kadar karbohidrat yang dihasilkan semakin tinggi pula, begitupun sebaliknya (Lestari dkk., 2019).

Analisis Kimia Bolu Kukus

Tabel 3. Kandungan Kimia Bolu Kukus Substitusi Tepung Tempe Kacang Gude dan Tepung Ubi Jalar Ungu

Parameter	Perbandingan Tepung Gandum: Tepung Tempe Kacang Gude: Tepung Ubi Jalar Ungu				
	80:0:0 (K)	40:24:16 (A)	40:20:20 (B)	40:16:24 (C)	Literatur
Air (%)	35,80 ± 0,26 ^a	35,25 ± 0,82 ^a	35,36 ± 0,58 ^a	37,76 ± 0,32 ^b	38,1-44,43 (a)
Abu (%)	1,23 ± 0,06 ^a	1,83 ± 0,06 ^b	1,93 ± 0,06 ^b	2,10 ± 0,01 ^c	1.03-2,3% (b)
Lemak (%)	5,62 ± 0,03 ^a	9,76 ± 0,08 ^d	8,71 ± 0,02 ^c	7,84 ± 0,02 ^b	Maks.14,63% (c)
Protein (%)	8,28 ± 0,02 ^a	10,04 ± 0,06 ^d	9,67 ± 0,04 ^c	8,96 ± 0,22 ^b	Maks.12,67% (d)
Karbohidrat (%)	49,73 ± 0,84 ^c	43,13 ± 0,66 ^a	44,34 ± 0,50 ^b	43,34 ± 0,22 ^{ab}	50,42-57,27% (e)
Serat Tidak Larut (%)	3,59 ± 0,46 ^a	26,35 ± 0,66 ^d	20,76 ± 0,54 ^c	15,06 ± 0,18 ^b	3,13-6,00% (f)
Serat Larut (%)	1,67 ± 0,38 ^a	14,72 ± 0,42 ^c	10,31 ± 0,56 ^b	20,54 ± 0,53 ^d	Maks.3,56% (g)

Kadar Air

Kadar air bolu kukus yang didapatkan berkisar antara 35,25 – 37,76%. Substitusi tepung tempe kacang gude yang semakin banyak, maka kadar air juga akan menurun. Semakin banyak penambahan tepung tempe pada suatu produk, maka kadar air produk juga akan semakin menurun (Anugrahati dan Wijaya, 2023). Substitusi tepung ubi jalar ungu yang semakin banyak, maka kadar air

yang terkandung juga akan semakin meningkat. Kadar air pada tepung ubi jalar ungu yang didapatkan pada penelitian ini adalah sebesar 2,92%. Tepung ubi jalar ungu memiliki kemampuan daya serap air yaitu sebesar 1,69 mL/g, sehingga air yang telah terikat pada adonan tidak akan mudah untuk menguap (dapat menahan air) menyebabkan

semakin tinggi kadar air yang terkandung (Khafsa dkk., 2024).

Kadar Abu

Kadar abu bolu kukus yang didapatkan berkisar antara 1,23 – 2,10%. Substitusi tepung tempe kacang gude menyebabkan penurunan kadar abu. Kadar abu pada tepung tempe kacang gude lebih rendah dibandingkan kadar abu tepung ubi jalar ungu secara berturut-turut sebesar 1,87% dan 3,06%. Semakin banyak penambahan tepung tempe kacang gude yang ditambahkan, maka kadar abu akan semakin menurun (Sudarmadji, 1989). Hal ini karena kacang gude merupakan jenis kacang-kacangan dengan kandungan mineral yang tinggi yaitu berupa besi, kalsium, sulfur, mangan, potasium, dan vitamin larut air, sehingga baik bagi tubuh (Maulidina dkk., 2021).

Substitusi tepung ubi jalar ungu memberikan pengaruh pada kadar abu bolu kukus. Peningkatan kadar abu bolu kukus disebabkan oleh substitusi tepung ubi jalar ungu pada adonan bolu kukus yang semakin banyak, sehingga kadar abu yang terkandung pada bahan pangan tersebut juga semakin meningkat. Hal ini dipengaruhi oleh kadar abu pada tepung ubi jalar ungu lebih tinggi dibandingkan dengan kadar abu pada tepung tempe kacang gude dan tepung gandum pada penelitian ini berturut-turut sebesar 3,06%, 1,87%, dan 0,63%. Kadar abu pada suatu bahan pangan akan semakin tinggi apabila bahan tersebut juga mengandung mineral yang tinggi (Sulaiman dan Noviasari, 2023).

Kadar Lemak

Kadar lemak bolu kukus yang diperoleh pada penelitian ini adalah berkisar antara 5,62 – 9,76%. Kadar lemak tepung tempe kacang gude yang diperoleh pada penelitian ini lebih tinggi daripada tepung ubi jalar ungu yaitu sebesar 4,53%, kadar lemak tepung ubi yaitu sebesar 0,83%. Hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa semakin tinggi substitusi tepung kacang gude, maka kadar lemak yang terkandung pada *crackers* juga akan semakin tinggi (Calista dkk., 2022). Kadar lemak tepung gandum yaitu sebesar 1 gram/100 gram yang juga tergolong rendah. Hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa semakin tinggi substitusi tepung ubi jalar ungu pada *cookies*, maka semakin rendah kandungan lemak yang terkandung pada *cookies* tersebut (Wulandari dan Handayani, 2024).

Kadar Protein

Kadar protein bolu kukus yang didapatkan berkisar antara 8,28 – 10,04%. Tepung tempe kacang gude mengandung kadar protein yang jauh lebih tinggi dibandingkan kadar protein tepung ubi jalar ungu yaitu sebesar 31,27%, sedangkan tepung

ubi jalar ungu mengandung kadar protein lebih rendah yaitu sebesar 4,05%. Tepung gandum (segitiga biru) mengandung kadar protein sebesar 16% yang lebih tinggi dari kadar protein tepung ubi jalar ungu yaitu sebesar 4,05% (Simanjutak, 2002). Kadar protein pada tepung tempe kacang gude lebih mendominasi dibandingkan kedua tepung lainnya, kadar protein kacang gude (33%) memiliki keunggulan yaitu relatif lebih tinggi dibandingkan kadar protein kacang koro benguk (24%) dan kacang koro pedang (27,4%) (Dinas Pertanian dan Ketahanan Pangan, 2022). Oleh karena itu, apabila semakin tinggi substitusi tepung tempe kacang gude, maka kadar proteinnya juga akan semakin meningkat (Maulidina dkk., 2021).

Tepung ubi jalar ungu mengandung kadar protein yang lebih rendah dibandingkan dengan tepung tempe kacang gude yaitu sebesar 4,05%. Tepung tempe kacang gude mengandung kadar protein sebesar 31,27%. Kadar protein tepung gandum dan tepung ubi jalar ungu lebih rendah dibandingkan dengan tepung tempe kacang gude, semakin banyak substitusi tepung ubi jalar ungu menyebabkan kadar protein produk pangan tersebut akan menurun (Alifianita dan Sofyan, 2022).

Kadar karbohidrat

Kadar karbohidrat bolu kukus yang didapatkan berkisar antara 43,13 – 49,73%. Kadar karbohidrat paling rendah pada perlakuan A disebabkan oleh kandungan kimia lain (air, abu, lemak, dan protein) tepung tempe kacang gude semakin tinggi. Semakin tinggi kandungan kimia lain (air, abu, lemak, dan protein) secara berturut-turut sebesar 5,96%, 1,87%, 4,53, dan 31,27%, maka hasil pengurangan menggunakan metode *by difference* akan menghasilkan kadar karbohidrat produk yang semakin rendah (Lestari dkk., 2019). Kadar karbohidrat yang semakin tinggi pada perlakuan B disebabkan oleh kandungan kimia lain pada tepung ubi jalar ungu. Semakin rendah kandungan kimia lain (air, abu, lemak, dan protein) secara berturut-turut sebesar 2,92%, 3,06%, 0,83%, dan 4,05%, maka hasil pengurangan menggunakan metode *by difference* akan menghasilkan kadar karbohidrat produk yang tinggi (Lestari dkk., 2019).

Kadar Serat Tidak Larut

Kadar serat tidak larut bolu kukus yang didapatkan berkisar antara 3,59 – 26,35%. Kadar serat tidak larut pada bolu kukus perlakuan A dan B tergolong cukup tinggi, hal ini disebabkan oleh pengupasan kulit pada biji kacang gude yang tidak bersih sehingga kulit tersebut tidak bisa tersaring dengan sempurna dan mengendap pada kertas saring yang kemudian menyebabkan kadar serat tidak larut tepung tempe kacang gude menjadi meningkat (Kanetro, 2017). Kadar serat tidak larut yang

terkandung pada tempe gude adalah berupa polisakarida (selulosa dan hemiselulosa) (Maulidina dkk., 2021). Kadar serat tidak larut yang terkandung pada tepung ubi jalar ungu sebesar 3,7% yang sesuai dengan penelitian sebelumnya mengenai tepung ubi ungu sebesar 4,72% (Alifianita dan Sofyan, 2022). Kadar serat tidak larut yang terkandung pada ubi jalar ungu adalah lignin, selulosa, dan hemiselulosa, (Anindya dkk., 2023).

Kadar Serat Larut

Kadar serat larut bolu kukus yang didapatkan berkisar antara 1,67 – 20,54%. Kadar serat larut perlakuan A lebih rendah dibandingkan serat tidak larutnya yaitu masing-masing sebesar 14,72% dan 26,35%. Hal ini disebabkan karena pengaruh substitusi tepung tempe kacang gude yang semakin banyak, kadar serat larut pada tepung tempe kacang gude lebih rendah dibandingkan kadar serat tidak larutnya yaitu sebesar 11,14% yang sesuai dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa kadar serat larut pada tepung kacang gude adalah sebesar 9,48-11,15% (A'Yuni dkk., 2021). Kadar serat larut yang terkandung pada tempe gude adalah berupa pati resisten yang dapat bermanfaat sebagai prebiotik (Rahmawati dkk., 2021). Semakin banyak tepung ubi jalar ungu pada adonan bolu kukus, maka semakin banyak pula kadar serat larut yang terkandung, serat larut yang terkandung pada ubi jalar ungu adalah oligosakarida (stakiosa, rafinosa, dan verbaskosa) yang bermanfaat sebagai prebiotik (Woolfe, 1992). Serat larut ubi jalar ungu yang berfungsi sebagai pengikat adalah pektin (Suladra, 2020).

Uji Kadar Gula dengan Refraktometer

Tabel 4. Kandungan Gula (°Bx) pada Bolu Kukus Substitusi Tepung Tempe Kacang Gude dan Tepung Ubi Jalar Ungu

Perbandingan Tepung Tempe Kacang Gude dan Tepung Ubi Jalar Ungu	Kadar Gula Total (°Bx)	Literatur (Maretta, 2012)
0:0 (K)	24,83 ± 0,67 ^d	8,13°Bx
24:16 (A)	6,57 ± 0,74 ^a	
20:20 (B)	10,8 ± 0,72 ^b	
16:24 (C)	14,9 ± 0,70 ^c	

Kadar gula bolu kukus yang diperoleh berkisar antara 6,57 – 24,83%. Semakin banyak penambahan tepung ubi jalar ungu pada suatu bahan pangan, maka kandungan gula reduksi yang terkandung pada bahan tersebut juga akan semakin tinggi (Naiu dkk., 2022). Gula reduksi ubi jalar ungu terdiri dari glukosa (aldosa) sebesar 3,27% dan fruktosa (ketosa) sebesar 0,56%, sedangkan

disakarida menjadi sukrosa sebesar 49,92-92,43% dari total gula, sehingga akan memberikan rasa manis alami yang aman untuk dikonsumsi (Kusnandar, 2011).

Analisis Fisik Bolu Kukus

Daya Kembang

Tabel 5. Analisis Daya Kembang Bolu Kukus

Perbandingan Tepung Tempe Kacang Gude dan Tepung Ubi Jalar Ungu	Daya Kembang (%)	Literatur (Surachman dkk., 2022)
0:0 (K)	77,45 ± 1,70 ^d	49,17-99,70%
24:16 (A)	53,43 ± 1,74 ^a	
20:20 (B)	65,69 ± 1,70 ^b	
16:24 (C)	73,82 ± 0,30 ^c	

Hasil uji daya kembang bolu kukus yang diperoleh adalah berkisar antara 53,43-77,45%. Semakin tinggi penambahan tepung tempe gude pada suatu adonan, maka daya kembang yang dihasilkan akan semakin rendah atau menurun, begitupun sebaliknya dengan tepung ubi jalar ungu. Hal ini terjadi karena kandungan lemak pada tepung tempe kacang gude lebih tinggi dibandingkan dengan tepung ubi jalar ungu secara berturut turut sebesar 4,53% dan 0,83%. Kandungan ubi jalar ungu yang dapat meningkatkan pengembangan pada produk pangan khususnya roti adalah serat, kadar serat larut pada ubi jalar ungu berupa pektin dapat berfungsi sebagai pengikat dalam suatu produk pangan serta memperbaiki tekstur produk tersebut (Ratulangi dan Rimbing, 2021).

Tabel 6. Analisis Tingkat Kekerasan Bolu Kukus

Perbandingan Tepung Tempe Kacang Gude dan Tepung Ubi Jalar Ungu	Tekstur Kekerasan (N)	Literatur (Tsanasidou dkk., 2021)
0:0 (K)	3,18 ± 0,35 ^a	1,12 – 7,49 N
24:16 (A)	8,49 ± 0,37 ^c	
20:20 (B)	6,37 ± 0,36 ^b	
16:24 (C)	3,27 ± 0,20 ^a	

Tekstur kekerasan bolu kukus yang diperoleh berkisar antara 3,18 – 8,49%. Tekstur bolu kukus perlakuan A paling keras dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Semakin tinggi substitusi tepung tempe kacang gude pada bolu kukus, maka tekstur bolu kukus yang dihasilkan juga semakin keras dan penampakkannya kasar yang dipengaruhi oleh adanya kulit ari pada kacang gude yang tidak terkelupas sempurna (Delia dkk., 2020). Kandungan senyawa pada kulit ari kacang gude berupa selulosa dan

lignin yang dapat memengaruhi tekstur adonan tersebut (Haji dkk., 2024). Lemak ubi jalar ungu lebih tinggi dibandingkan jenis ubi lainnya yaitu sebesar 0,94%, sedangkan ubi jalar putih sebesar 0,77% dan ubi jalar kuning sebesar 0,68%, lemak dapat memodifikasi gluten dalam adonan roti, sehingga struktur adonan dapat berkembang lebih mudah (Indrati dan Gardjito, 2013).

Analisis Mikrobiologi Bolu Kukus (ALT dan AKK)

Tabel 7. Analisis ALT Bolu Kukus

Perbandingan Tepung Tempe Kacang Gude dan Tepung Ubi Jalar Ungu	Angka Lempeng Total	Roti Manis (SNI, 1995)
0:0 (K)	0 ^a	
24:16 (A)	2,63 x 10 ^{2b}	Maks. 1 x 10 ⁶
20:20 (B)	0,23 x 10 ^{2a}	koloni/g
16:24 (C)	0,1 x 10 ^{2a}	

Substitusi tepung tempe kacang gude yang semakin banyak berpengaruh pada peningkatan nilai ALT dari perlakuan C ke A. Kadar karbohidrat dan protein pada tepung tempe kacang gude lebih tinggi dibandingkan dengan tepung ubi jalar ungu, kandungan zat gizi yang tinggi berupa karbohidrat dan protein tersebut yang dapat menyebabkan pertumbuhan bakteri juga semakin banyak atau tinggi. Kadar karbohidrat dan kadar protein tepung tempe kacang gude secara berturut turut sebesar 56,37% dan 31,27%, sedangkan tepung ubi jalar ungu secara berturut turut sebesar 89,14% dan 4,05% (Sachanarula dkk., 2022). Karbohidrat berfungsi sebagai substrat untuk metabolisme bakteri, sedangkan protein berfungsi sebagai sumber energi bagi bakteri (Fardiaz, 1992).

Substitusi tepung ubi jalar ungu yang semakin banyak berpengaruh pada penurunan nilai ALT dari perlakuan A ke perlakuan C. Ubi jalar ungu mengandung senyawa antibakteri yang dapat

menghambat pertumbuhan bakteri. Senyawa antibakteri tersebut meliputi flavonoid dan tanin, mekanisme senyawa flavonoid yang bekerja sebagai antibakteri adalah dengan cara membentuk senyawa protein kompleks yang kemudian senyawa ini akan merusak membran sel bakteri. Mekanisme senyawa tanin yang bekerja sebagai antibakteri adalah dengan cara mendenaturasi dinding sel pada bakteri. Selain itu, menghambat proses metabolisme sel pada bakteri (Badriah dkk., 2022).

Tabel 8. Analisis AKK Bolu Kukus

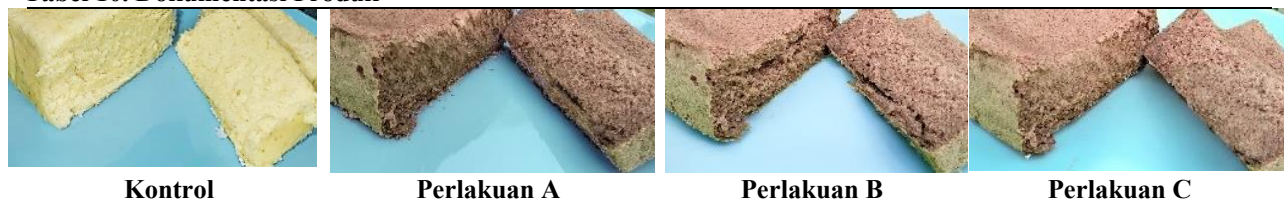
Perbandingan Tepung Tempe Kacang Gude dan Tepung Ubi Jalar Ungu	Angka Kapang Khamir	Roti Manis (SNI, 1995)
0:0 (K)	0 ^a	
24:16 (A)	0 ^a	Maks. 1 x 10 ⁴
20:20 (B)	0 ^a	koloni/g
16:24 (C)	0 ^a	

Substitusi tepung tempe kacang gude dan tepung ubi jalar ungu pada bolu kukus menghasilkan hasil negatif pada uji AKK di semua perlakuan. Nilai AKK yang dihasilkan pada semua bolu kukus adalah negatif atau tidak terkontaminasi adanya kapang dan khamir. Hal ini dapat terjadi karena adanya pemanasan yang terjadi baik saat pengolahan bahan menjadi tepung ataupun saat membuat produk dengan adanya pemanasan seperti saat mengukus. Penyimpanan produk pada penelitian ini menggunakan kotak plastik makanan yang ukurannya sesuai dengan produk, selain itu di dalam kotak makanannya diberi dengan *silica gel* sehingga kelembaban udara di dalamnya semakin berkurang dan kadar air produk akan ditahan oleh *silica gel* agar tetap terjaga. Semakin rendah kelembaban pada produk, maka semakin rendah pula jamur akan tumbuh pada produk tersebut karena jamur tumbuh di tempat yang lembab (kelembaban tinggi) (Yewang dkk., 2022).

Uji Organoleptik Bolu Kukus

Tabel 9. Hasil Uji Organoleptik Bolu Kukus

Substitusi Tepung Tempe Kacang Gude : Tepung Ubi Jalar Ungu	Parameter				Rata-rata	Peringkat
	Warna	Aroma	Rasa	Tekstur		
0:0 (K)	3,67	3,27	3,37	3,40	3,43	1
24:16 (A)	3,13	2,93	2,67	3,07	2,95	4
20:20 (B)	3,17	3,17	3,50	3,20	3,26	2
16:24 (C)	3,20	3,20	3,27	3,20	3,22	3

Tabel 10. Dokumentasi Produk**Hasil Analisis Warna**

Tingkat kesukaan panelis terhadap warna dari produk bolu kukus pada penelitian ini berkisar antara 3,13 hingga 3,67 yang menunjukkan tingkat kesukaan dari suka sampai sangat suka. Warna yang paling disukai adalah bolu kukus kontrol yang memiliki warna yang lebih cerah dibandingkan bolu kukus lainnya, hal ini disebabkan oleh bahan pembuatan yang digunakan masih murni atau belum tercampur dengan bahan tambahan lainnya karena hanya menggunakan 100% tepung gandum, sedangkan warna bolu kukus yang paling tidak disukai adalah bolu kukus perlakuan A. Warna yang dihasilkan dari bolu kukus perlakuan A, B, dan C berwarna kecoklatan hingga coklat tua yang dihasilkan dari warna tepung tempe kacang gude yang lebih dominan dibandingkan warna tepung ubi jalar ungu, sehingga jika semakin banyak penambahan tepung tempe kacang gude, maka semakin gelap warna yang dihasilkan (Calista dkk., 2022).

Hasil Analisis Aroma

Tingkat kesukaan panelis terhadap aroma dari produk bolu kukus pada penelitian ini berkisar antara 2,93 hingga 3,27 yang menunjukkan tingkat kesukaan suka. Aroma yang paling disukai adalah pada bolu kukus kontrol, sedangkan yang paling tidak disukai adalah bolu kukus perlakuan A. Aroma bolu kukus perlakuan A paling tidak disukai dikarenakan memiliki aroma yang menyengat atau kuat dibandingkan perlakuan lainnya, aroma tersebut dihasilkan dari tepung tempe kacang gude yang menimbulkan bau langu yang berasal dari proses fermentasi yang dilakukan oleh kapang sehingga menyebabkan proses hidrolisis senyawa kompleks pada biji gude menjadi senyawa yang lebih sederhana, hal tersebut akan berpengaruh pada derajat ketidakjenuhan asam lemak yang terkandung pada tempe gude menjadi meningkat kemudian akan menimbulkan aroma langu (Faujiah dkk., 2021).

Hasil Analisis Rasa

Tingkat kesukaan panelis terhadap rasa dari produk bolu kukus pada penelitian ini berkisar antara 2,67 hingga 3,50 yang menunjukkan tingkat kesukaan dari suka sampai sangat suka. Rasa yang paling disukai adalah pada bolu kukus perlakuan B, sedangkan yang paling tidak disukai adalah bolu

kukus perlakuan A. Bolu kukus perlakuan A memiliki rasa yang tidak disukai karena rasanya agak pahit yang berasal dari tepung tempe kacang gude, rasa pahit tersebut dihasilkan dari senyawa-senyawa akibat adanya proses degradasi atau proses oksidasi trigliserida yang terjadi karena melalui proses hidrolisis asam amino pada reaksi Maillard (Faujiah dkk., 2021). Rasa yang paling disukai dari produk bolu kukus pada penelitian ini adalah bolu kukus perlakuan B (40:20:20), karena rasa dari tepung tempe kacang gude tidak terlalu pahit karena tertutup oleh rasa manis dari tepung ubi jalar ungu, rasa manis alami yang dihasilkan dari tepung ubi jalar ungu dipengaruhi oleh adanya proses perombakan pati menjadi gula sederhana yang dibantu oleh enzim glukamilase dan alfa amilase (Utami dan Mafaza, 2023). Hal ini juga disebabkan oleh kandungan gula reduksi pada tepung ubi jalar ungu yang tergolong tinggi yaitu sebesar 8,27% (Naiu dkk., 2022).

Hasil Analisis Tekstur

Tingkat kesukaan panelis terhadap tekstur dari produk bolu kukus pada penelitian ini berkisar antara 3,07 hingga 3,40 yang menunjukkan tingkat kesukaan dari suka. Tekstur yang paling disukai adalah pada bolu kukus kontrol dan tekstur paling tidak disukai adalah pada bolu kukus perlakuan A (paling banyak penambahan tepung tempe kacang gude). Semakin tinggi protein yang terkandung pada tepung yang digunakan, maka menyebabkan tekstur menjadi keras dan penampakkannya kasar. Apabila semakin sedikit penambahan tepung tempe kacang gude, maka akan menghasilkan tekstur produk yang lebih lunak (Delia dkk., 2020).

Kesimpulan

Penggunaan substitusi tepung tempe kacang gude dan tepung ubi jalar ungu dalam membuat bolu kukus berpengaruh secara nyata terhadap peningkatan kualitas kimia (kadar abu, kadar lemak, kadar protein, karbohidrat, serat tidak larut, kadar serat larut, dan kadar gula), kualitas fisik (daya kembang dan tekstur) dan angka lempeng total. Substitusi tepung tempe kacang gude dan tepung ubi jalar ungu dalam membuat bolu kukus tidak berpengaruh nyata pada kadar air dan angka kapang khamir. Perbandingan terbaik substitusi pemanis alami ubi jalar ungu yang akan menghasilkan sifat

organoleptik yang sama dengan pemanis sukrosa adalah pada perbandingan 16 gram tepung tempe kacang gude dan 24 gram tepung ubi jalar ungu dengan penambahan gula pasir sebesar 10 gram.

Ucapan Terima Kasih

Terimakasih kepada Fakultas Teknobiologi Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah memberikan fasilitas selama melaksanakan penelitian sehingga penelitian dapat berjalan dengan baik dan lancar.

Daftar Pustaka

1. A'Yuni, N. R. L., Marsono, Y., Marseno, D. W. dan Triwitono, P. 2021. Composition, structure, and physicochemical characteristics of pigeon pea (*Cajanus cajan*) starches from Indonesia. *Biodiversitas* 22 (8): 3430-3439.
2. Alifianita, N. dan Sofyan, A. 2022. Kadar air, kadar protein, dan kadar serat pangan pada cookies dengan substitusi tepung ubi jalar ungu dan tepung rebung. *Jurnal Pangan dan Gizi* 12 (2): 37-45.
3. Andriana, D., Ilmu Kesehatan Masyarakat, J., Ilmu Keolahragaan, F., & Juni, D. 2014. Pengaruh substitusi kacang gude (*Cajanus cajan*) terhadap kadar protein dan daya terima kecap kedelai. *Unnes Journal of Public Health*, 3 (3): 1-8.
4. Anindya, G. P. W., Purnawijayanti, H. A. dan Pujiastuti, V. I. 2023. Proporsi tepung ampas kelapa dan tepung ubi jalar ungu terhadap karakteristik fisik, kimia dan organoleptik pie susu. *Nutrition Scientific Journal* 2 (1): 13-27.
5. Aprillanda, D. R., Andrie, M., dan Taurina, W. 2019. Uji stabilitas kadar protein dalam sediaan kapsul freeze dry fase air ekstrak ikan gabus (*Channa striata*) menggunakan metode kjeldahl. *Jurnal Mahasiswa Farmasi* 4 (1): 1-8.
6. Association of Official Analytical Chemist (AOAC). (2005). *Official Methods of Analysis*. Association of Official Analytical Chemists, Washington.
7. Ayu, G., Danuyanti, N., Resnhaleksmana, E., Pauzi, I., Kesehatan, J. A., Mataram, K. dan Naskah, G. 2019. Kandungan tinggi antioksidan tempe gude (*Cajanus cajan*) menurunkan kadar glukosa darah dan memperbaiki profil lipid darah tikus model diabetes mellitus. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Sasambo* 1(1): 1-10.
8. Badan Standardisasi Nasional. 1992. *SNI 01-2891-1992 Tentang Cara Uji Makanan dan Minuman*. BSN, Jakarta.
9. Badriah, A. F. S., Wahyuni, F. D. dan Nora, A. 2022. Aktivitas antibakteri ekstrak metanol ubi jalar (*Ipomoea batatas* L.) terhadap pertumbuhan *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Sains dan Teknologi* 8 (1): 1-5.
10. Calista, R. A. D., Wulan, S. N. dan Murtini, E. S. 2022. Pengaruh substitusi tepung gandum dengan tepung kacang gude (*Cajanus cajan* L.) pada produk crackers dan potensinya untuk makanan diet. *Jurnal Pangan dan Agroindustri* 10 (3): 178-186.
11. Delia, L. K. B., Puryana, I. G. P. S. dan Antarini, A. A. N. 2020. Pengaruh komposisi tepung ubi jalar (*Ipomoea batatas*) dan tepung kacang gude (*Cajanus cajan* L. Millsp.) terhadap karakteristik cookies. *Jurnal Ilmu Gizi* 9 (1): 34-42.
12. Ervina, A., Nurhayati, R. dan Wati, T. 2021. Pengembangan biskuit ubi jalar, sebagai solusi KEK pada ibu hamil. *Jurnal Obstetika Scientia* 9 (1): 757-776.
13. Eze, S. I., Okoye, J. I. dan Onwuama, N. N. 2024. Effect of germination time on the properties of flours from red and brown varieties of pigeon pea (*Cajanus cajan*) seeds. *International Journal of Biochemistry Research and Review* 33 (3): 49-62.
14. Fardiaz, D. S. 1992. *Mikrobiologi Pangan I*. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
15. Fardiaz, S. dan Margino, K. 1993. *Analisis Mikrobiologi Pangan*. PAU Pangan dan Gizi Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta. Halaman 67-68.
16. Faujiah, Dharmawibawa, I. D. dan Mirawati, B. 2021. Uji organoleptik tempe dari biji gude (*Cajanus cajan* (L.) Millps) dengan berbagai konsentrasi dan lama fermentasi. *Jurnal Ilmiah Biologi* 9 (1): 261-269.
17. Haji, A., Teka, T. A., Yirga, B. T., Negasa A, K., Desalegn, N. K., Geleta, A. G. dan Makiso, U. M. 2024. Nutritional composition, bioactive compounds, food applications, and health benefits of pigeon pea (*Cajanus cajan* L. Millsp.). *Legume Science* 6 (2): e233.
18. Heliana, A., Lete, R. dan Wahuni, Y. 2024. Pengaruh lama pengeringan terhadap karakteristik organoleptik dan kimia tepung ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas* L.) dengan menggunakan oven. *Jurnal Review Pendidikan dan Pengajaran* 7 (1): 2902-2911.
19. Histifarina, D., Purnamasari, N. R. dan Rahmat, R. 2023. Potential development and utilization of sweet potato flour as a raw material for the food industry. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 1230 (1). IOP Publishing, 2023.
20. Indrati, R. dan Gardjito, M. 2013. *Pendidikan Konsumsi Pangan*. Kencana, Jakarta.
21. Kanetro, B. 2017. *Teknologi Pengolahan dan Pangan Fungsional Kacang-Kacangan*. Plantaxia, Yogyakarta.
22. Karnia, I., Hamidah, S. dan Thamrin, G. A. R. 2019. Pengaruh masa simpan madu kelulut (*Trigona* sp.) terhadap kadar gula pereduksi dan

- keasaman. *Jurnal Sylva Scientiae* 2 (6): 1094-1099.
23. Khafsah, F. N., Yanti, R. dan Manikharda. 2024. Karakteristik fisikokimia dan organoleptik biskuit tepung ubi jalar ungu dan tepung koro pedang putih. *Jurnal Teknologi Pertanian* 13 (1): 31-41.
24. Khotimah, K., Syauqi, A., & Zamroni, A. 2019. Pengaruh Substitusi Tepung Mocaf (*Modified Cassava Flour*) terhadap Sifat Fisik dan Sensoris Bolu Kukus. *Buletin LOUPE* 15(1): 16-23.
25. Kinanthi, M. S., Swasti, Y. R. dan Pranata, F. S. 2023. Kualitas kulit macaron dengan kombinasi tepung kedelai (*Glycine max* L.) dan tepung umbi bit (*Beta vulgaris*). *Jurnal Teknologi Pertanian Andalas* 27 (1): 136-150.
26. Kusnandar, F. 2011. *Kimia Pangan Komponen Makro*. PT Dian Rakyat, Jakarta.
27. Lestari, P. A., Yusasrini, N. L. A. dan Wiadnyani, I. S. 2019. Pengaruh perbandingan gandum dan tepung kacang tunggak terhadap karakteristik *crackers*. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan* 8 (4): 457-464.
28. Locali-Pereira, A. R., Boire, A., Berton-Carabin, C., Taboga, S. R. Solé-Jamault, V. dan Nicoletti, V. R. 2023. Pigeon pea, an emerging source of plant-based proteins. *ACS Food Science and Technology* 3 (11): 1777-1799.
29. Maulidina, K., Suriani, N. M. dan Musdarini, L. 2021. Studi eksperimen pemanfaatan tepung kacang gude/undis (*Cajanus cajan*) menjadi kue iwel khas Bali. *Jurnal Kuliner* 1 (1): 25-36.
30. Naiu, A. S., Talib, Y. dan Husain, R. 2022. Nilai gizi dan hedonik bubur bayi instan dari ubi jalar ungu dan ikan rucah. *JPB Kelautan dan Perikanan* 17 (2): 125-133.
31. Nirmalawaty, A. dan Mahayani, A. A. P. S. 2022. Uji efektivitas bolu kukus jus bunga telang. *Ziraa'ah* 47 (2): 142-153.
32. Nurhalisa, W., Lumbessy, S. Y. dan Lestari, D. P. 2022. Tingkat pencernaan pakan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dengan penambahan tepung kacang gude (*Cajanus cajan*). *Acta Aquatica: Aquatic Sciences Journal* 9 (1): 12-21.
33. Prasetyo, H. A. dan Winardi, R. R. 2020. Perubahan komposisi kimia dan aktivitas antioksidan pada pembuatan tepung dan cake ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas* L.). *Jurnal Agrica Ekstensi* 14 (1): 25-32.
34. Priharyanto, A. J. C., Swasti, Y. R. dan Pranata, F. S. 2022. Kualitas Bolu Kukus Substitusi Tepung Labu Kuning (*Cucurbita moschata*) dan Tepung Tempe Kacang Koro Pedang (*Canavalia ensiformis*). *Jurnal Teknologi Pertanian Andalas* 26 (2): 207-221.
35. Putra, I. W. O. S. A. dan Sudarmawan, I. W. E. 2023. Bolu kukus berbahan tambahan tepung sukun dan tepung gandum. *Jurnal Pariwisata dan Bisnis* 2 (12): 2632-2639.
36. Putri, W. A. K., Zaki, I. dan Ramadhan, G. R. 2022. Kandungan gizi formula enteral berbasis ubi ungu, ikan lele, tempe kedelai, labu kuning. *J. Gipas* 6 (2): 33-49.
37. Rahardjo, T. P., Artini, W., Pamujiati, A. D., Rahardjo, D., Sidhi, E. Y. dan Mariyono. 2023. Bimbingan teknis pemanfaatan mangga podang sebagai bahan baku pembuatan bolu kukus di Kelurahan Mojoroto Kota Kediri. *Jurnal Abadimas Adi Buana* 6 (2): 212-219.
38. Rahmawati, D., Puteri, M. G. dan Santosa, E. 2021. Non-soy legumes as alternative raw ingredient for tempeh production in Indonesia with additional health benefits. *Journal of Functional Food and Nutraceutical* 3 (1): 23-38.
39. Rakhmayati, O., Khotimah, K., Mulyani, R. dan Kusumaningrum, I. 2023. Pengaruh penambahan tepung kacang merah dan tepung ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas* var Ayumurasaki) terhadap sifat fisik, sensoris, serta kimia *chewy cookies*. *Journal of Applied Agriculture, Health, and Technology* 2 (1): 54-62.
40. Rambe, S. A. dan Gusnita, W. 2022. Pengaruh substitusi tepung ubi jalar ungu terhadap kualitas bolu kukus mekar. *Jurnal Pendidikan Tata Boga dan Teknologi* 3 (1): 68-72.
41. Richana, N. 2023. Ubi Jalar dan Ubi Kayu: Botani, Budidaya, Teknologi Proses dan Teknologi Pasca Panen. Penerbit Nuansa, Bandung.
42. Ratulangi, F. S. dan Rimbing, S. C. 2021. Mutu sensoris dan sifat fisik nugget ayam yang ditambahkan tepung ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas* L.). *Zootec* 41 (1): 230-239.
43. Sachanarula, S., Chantarasinlapin, P. dan Adisakwattana, S. 2022. Substituting whole wheat flour with pigeon pea (*Cajanus cajan*) flour in chapati: effect on nutritional characteristics, color profiles, and in vitro starch and protein digestion. *Foods* 11 (20): 1-11.
44. Saraswati, L. A. P. dan Putra, I. G. N. A. D. 2023. Pengaruh variasi waktu pengeringan oven terhadap karakteristik fisik amilum talas kimpul (*Xanthosoma sagittifolium*). *Journal Transformation of Mandalika* 4 (1): 42-46.
45. Shaari, N., Shamsudin, R., Nor, M. Z. M. dan Hashim, N. 2021. Quality attributes of Malaysia purple-fleshed sweet potato at different peel condition. *Agronomy* 11 (5): 872.
46. Sihombing, D. R., Daniela, C. dan Siregar, Y. C. 2023. Diversifikasi olahan ubi jalar ungu menjadi *hard candy* kaya antioksidan. *Jurnal Riset Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian (RETIPA)* 4 (1): 52-60.
47. Sinuraya, T. U., Pranata, F. S. dan Swasti, Y. R. 2024. Kualitas biskuit kombinasi tepung uwi

- ungu (*Dioscorea alata*) dan tempe kacang merah (*Phaseolus vulgaris* L.). *Jurnal Teknologi Pertanian* 13 (1): 42-54.
48. Sudarmadji, S., Haryono, B., dan Suhadi. 1989. *Analisa Bahan Makanan dan Pertanian*. Liberty, Yogyakarta.
49. Suladra, M. 2020. Pengaruh penambahan ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas* L.) terhadap sifat organoleptik dan aktivitas antioksidan pada kue Yangko. *Agrotech: Jurnal Ilmiah Teknologi Pertanian* 3 (1): 1-9.
50. Sulaiman, I. dan Novitasari, S. 2023. *Teknologi Pengolahan Talas dan Aplikasinya*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
51. Tarigan, W. B. R., Hamzah, F. dan Rahmayuni. 2019. Karakteristik bika ambon tapioka dengan *puree* ubi jalar ungu. *Sagu* 18 (1): 39-47.
52. Utami, C. R. dan Mafaza, S. 2023. Formulasi mie ikan patin dengan rasio tepung gandum dan pasta ubi jalar ungu berbeda sebagai pangan fungsional. *Media Informasi dan Komunikasi Ilmiah Teknologi Pertanian* 14 (2): 236-245.
53. Winarno, F. G. 1997. *Kimia Pangan dan Gizi*. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
54. Woolfe, J. A. 1992. *Sweet Potato an Untapped Food Resource*. Cambridge University Press, Cambridge
55. Wulandari, Y. dan Handayani, O. W. K. 2024. *Cookies* ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas* L. Poir) sebagai jajanan pangan lokal untuk anak usia sekolah. *IJPHN* 4 (2): 252-260.
56. Yewang, A. R., Purnawan, S. dan Nur, M. L. 2022. Sanitasi dan *higiene* penjamah serta kandungan jamur *Aspergillus flavus* pada saus tomat dagangan bakso di Kecamatan Oebobo Kota Kupang. *Media Kesehatan Masyarakat* 4 (1): 89-99.
57. Yuliasuti, B. E. M., Dewi, L., dan Sucahyo, S. 2019. Perbandingan kualitas tempe ikan nila segar dan tempe ikan nila simpan beku. *Bioma : Jurnal Ilmiah Biologi* 8(1), 248-264.