# Kadar Protein, Serat, Dan Kesukaan Bolu Substitusi Tepung Porang Dan Edamame

**Ai Datuzzuhro Salsabila[1], Ria Purnawian Sulistiani[1*], Hersanti Sulistyaningrum[1], Nurhidajah[2]**

[1]Program Studi S1 Ilmu Gizi Fakultas Ilmu Keperawatan dan Kesehatan
Universitas Muhammadiyah Semarang
[2]Program Studi Teknologi Pangan Fakultas Sains dan Teknologi Pertanian
Universitas Muhammadiyah Semarang
Email koresponden : riapurnawian@unimus.ac.id

## ABSTRACT

*Sponge cake is a bakery product made from wheat flour that has a high glycemic index value. The use of wheat flour in people with diabetes mellitus needs to be limited because wheat flour is a simple carbohydrate. Sponge cake formulations with porang flour and edamame flour in sponges can be one of the means to increase the nutritional content of sponges. The study aimed to determine the level of protein, fiber and preference level of sponge cake with the formulation of porang flour and edamame flour with 4 treatments P0 (100% wheat flour) ; (P1 : 50% wheat flour, 40% porang flour, 10% edamame flou) ;, P2 (50% wheat flour, 30% porang flour, 20% edamame flour) ; P3 (50% wheat flour, 20% porang flour, 30% edamame) flour with 6 repetitions. Protein content analysis using the kjeldahl method, fiber content using the gravimetric method, and organoleptic test using hedonic test. This research method was experimental research with a completely randomized design. Protein and fiber content data were analyzed using the ANOVA test and there were differences in the further LSD test. Preference data were analyzed using the Friedman test, followed by the Wilcoxon test. The highest protein content was observed in the P3 treatment (8.77%), while the highest crude fiber content was found in the P1 treatment (4.42%). In the sensory evaluation, the P0 treatment received the highest overall hedonic score (3.8), indicating that it was moderately liked by the panelists. The results showed that the formulations of porang tuber flour and edamame flour had significant effects on protein content ($p = 0.006$), crude fiber content ($p < 0.001$), and panelists' preference for color, taste, and texture ($p < 0.001$). However, no significant effect was observed on aroma preference ($p = 0.062$). Based on the nutritional composition and overall formulation characteristics, P1 was identified as the best formulation of sponge cake. Nevertheless, the taste and texture attributes of P1 were still rated in thendisliked category by the panelists, indicating that further improvements in sensory quality are needed.*

***Keyword**: Crude Fiber Content, Edamame Flour, Porang Flour, Protein Content, Sponge Cake*

***Submitted: 2026-06-11 Accepted: 2026-11-17 Published: November 2026 Pages: 213-225***

## PENDAHULUAN

Kue bolu merupakan merupakan produk *bakery* yang dibuat dari telur, adonan tepung terigu, bahan pengembang kemudian diolah dengan dikukus maupun dipanggang (Imami et al, 2018). Tepung terigu umumnya digunakan sebagai bahan utama dalam pembuatan bolu karena kandungan patinya berperan dalam pembentukan struktur produk. Selama proses pemanggangan, gelatinisasi pati dan koagulasi protein telur berkontribusi terhadap pembentukan struktur kue (Wilderjans et al., 2013). Tepung terigu berasal dari gandum yang sebagian besar komponen karbohidratnya berupa pati, yaitu karbohidrat kompleks. Pati merupakan komponen utama tepung gandum dan berinteraksi dengan komponen tepung lainnya selama proses pengolahan sehingga memengaruhi karakteristik produk akhir (Van Rooyen et al., 2023).

Formulasi bolu dengan tepung porang dan tepung edamame pada produk kue bolu dapat menjadi upaya untuk meningkatkan kandungan gizi produk. Tepung porang memiliki kandungan tinggi serat dan tepung edamame memiliki kandungan tinggi protein yang dapat menurunkan dan menstabilkan glukosa darah. Tepung porang terbuat dari umbi porang. Umbi porang adalah pangan lokal yang memiliki kandungan glukomanan yang merupakan serat larut air, yaitu sebesar 15-64%. Glukomanan dapat menjadi mekanisme anti hiperglikemik yang dapat meningkatkan produksi *Glukagon-Like Peptide* (GLP-1). GLP-1 merupakan hormone inkretin, yang diproduksi oleh gen proglukagon. GLP-1 akan merangsang insulin oleh dan memperlambat terjadinya pengosongan lambung serta meningkatkan rasa kenyang (Thelmalina dan Wirasuta, 2023). Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Urli dkk., 2017 yaitu kelompok tikus dengan perlakukan P2 dosis tepung porang 200 mg mengalami penurunan sebesar 176 mg/dl (57,7%), perlakuan tersebut merupakan penurunan gula darah tertinggi dibandingkan dengan kelompok perlakuan yang lainnya. Kadar protein dalam tepung porang lebih sedikit apabila dibanding dengan tepung terigu, maka dari itu dapat ditambahkan dengan bahan pangan tinggi protein seperti edamame.

Tepung edamame terbuat dari kacang kedelai edamame yang dikeringkan kemudian dihaluskan. Edamame merupakan jenis kacang-kacangan yang memiliki karakteristik bijinya lebih besar dan rasa lebih manis jika dibandingkan dengan kacang kedelai biasa. Dalam 100gram edamame memiliki kandungan protein sebesar 11,4 gram. Edamame mengandung sembilan asam amino esensial dan asam amino arginin dan glisin yang dapat menjaga keseimbangan dan produktifitas hormon insulin dengan memperlambat penyerapan glukosa ke dalam aliran darah (Aliyah et al, 2018).

Kue basah merupakan salah satu kelompok produk *bakery* yang banyak diminati dan menjadi bagian dari pola konsumsi harian masyarakat Indonesia (Badan Pusat Statistik, 2012). Berdasarkan data Susenas, tingkat konsumsi kue basah di Indonesia menunjukkan tren peningkatan volume dari tahun ke tahun, yaitu sebesar 36,22 buah/kapita/tahun pada 2014, yang kemudian meningkat tajam menjadi 64,92 pada 2015 (pertumbuhan 79,21%), dan terus tumbuh berturut-turut menjadi 67,26 (3,61%); 70,11 (4,23%); hingga mencapai 74,63 buah/kapita/tahun pada 2018 (6,44%) dengan rata-rata pertumbuhan tahunan mencapai 23,38% (Yuniantika, 2020).

Dengan formulasi tepung umbi porang dan tepung edamame pada produk kue bolu dapat meningkatkan kandungan gizi produk. Bolu dengan formulasi tepung umbi porang dan tepung edamame menggunakan pemanis stevia sebagai pemanis alami yang baik untuk penderita diabetes. Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh formulasi tepung umbi porang dan tepung edamame terhadap kandungan protein, serat kasar, serta tingkat kesukaan yang meliputi warna, aroma, rasa, dan tekstur pada produk bolu dengan penggunaan pemanis stevia. Kebaruan penelitian ini terletak pada pengembangan kombinasi tepung porang dan tepung edamame dalam formulasi bolu dengan pemanis stevia serta evaluasi secara simultan terhadap kandungan protein, serat kasar, dan karakteristik sensoris untuk memperoleh formulasi dengan keseimbangan kualitas gizi dan penerimaan konsumen. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan alternatif pengembangan produk *bakery* berbasis bahan pangan lokal dengan karakteristik gizi dan sensoris yang lebih baik.

## METODE PENELITIAN

### Jenis dan Rancangan Penelitian

Jenis penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif menggunakan metode eksperimen. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) berdasarkan kadar protein, serat, dan tingkat kesukaan bolu dengan formulasi tepung umbi porang dan tepung edamame. Banyaknya perlakuan pada penelitian ini adalah 4 kali, yaitu P0 (100% tepung terigu); P1 (50% tepung terigu; 40% tepung porang; 10% tepung edamame); P2 (50% tepung terigu; 30% tepung porang; 20% tepung edamame); P3 (50% tepung terigu; 20% tepung porang; 30% tepung edamame) dengan pengulangan sebanyak 6 kali. Setiap perlakuan dilakukan sebanyak 6 kali pengulangan, di mana pengulangan tersebut didefinisikan sebagai 6 *batch* produksi adonan dan pemanggangan terpisah untuk memastikan validitas dan keterulangan proses. Untuk keperluan replikasi penelitian, formula dasar pembuatan bolu per *batch* menggunakan komposisi bahan baku sebagai berikut: telur ayam (100 g), gula atau

pemanis stevia terstandar (15 g), susu bubuk (10 g), air (30 mL), vanili (1 g), SP/emulsifier (2 g), baking soda (1 g), serta total tepung campuran (terigu, porang, dan edamame) sebanyak 100 g sesuai proporsi perlakuan (P0 hingga P3). Prosedur penelitian ini telah mendapat *ethical clearance* dari Komisi Etik Penelitian Kesehatan Fakultas Keperawatan dan KesehatanUniversitas Muhammadiyah Semarang dengan nomor surat No. 403/KE/06/2024.

**Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian dilakukan di Laboratorium Analisis Zat Gizi, Laboratorium Teknologi Pangan, dan Laboratorium Organoleptik Universitas Muhammadiyah Semarang. Waktu penelitian mulai bulan Agustus 2024.

**Bahan dan Alat**

Bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan bolu yaitu tepung terigu, tepung umbi porang, tepung edamame, pemanis stevia, telur ayam, susu bubuk, air, vanili, SP, baking soda. Alat yang digunakan adalah baskom, timbangan, mixer, spatula, loyang, dan oven.

**Prosedur Penelitian**

Cara pembuatan tepung porang adalah pencucian umbi porang untuk menghilangkan getah kemudian pemotongan dengan ketebalan 0,5 cm, umbi porang yang sudah dipotong dilakukan pengeringan dengan *cabinet dryer* (suhu 50°C selama 18 jam), umbi porang yang sudah kering dimasukkan ke mesin *Cyclone separato* untuk memisahkan tepung porang dengan kalsium oksalat, kemudian pengayakan (90 mesh) (Yuanita, 2008). Proses pembuatan tepung edamame yaitu kacang edamame dicuci kemudian perbusan selama 5 menit dengan suhu 100°C, setelah direbus edamame dikupas kemudian dimasukkan ke dalam pengering *cabinet dryer* (suhu 50 °C selama 10 jam). Edamame yang sudah kering dilakukan penghalusan dengan blender kemudian pengayakan (60 mesh) (Kurniawan et al., 2020). Cara membuatan bolu adalah pencampuran bahan telur, SP, vanili dengan mixer sampai mengembang, setelah adonan mengembang penambahan bahan tepung terigu, tepung porang, tepung edamame, pemanis stevia, baking soda, susu bubuk, dan air sampai homogen. Adonan kemudian dimasukkan ke Loyang kemudian dipanggang dengan oven selama 30 menit dengan suhu 150°C (Yuniantika, 2020).

**Teknik Pengumpulan Data**

Pada penelitian ini data yang dianalisis yaitu kadar protein, kadar serat, dan organoleptik. Kadar protein diukur menggunakan metode *kjedahl* (Novitaroh et al., 2022). Kadar serat menggunakan metode *Gravimetri* (AOAC,2005) dan organoleptik menggunakan uji hedonik. Data dianalisis statistik uji kenormalan menggunakan *Shapiro Wilk* karena sampel

<50 sehingga data yang dihasilkan berdistribusi normal kemudian data dilakukan uji *Analysis of Varian* (*ANOVA*) untuk melihat pengaruh formulasi terhadap kadar protein dan serat, uji lanjut LSD dilakukan untuk melihat perbedaan antar kelompok. Tingkat kesukaan dilakukan uji *Friedman* dilanjutkan dengan uji *Wilcoxon*.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil uji analisis kadar protein dan serat kasar pada bolu dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil analisis kadar protein dan serat kasar

| Perlakuan | Kadar Protein (%) | Kadar Serat Kasar (%) |
|---|---|---|
| P0 : 100% tepung terigu | 6,55 ± 0,90[a] | 0,62 ± 0,02[a] |
| P1 : 50% tepung terigu, 40% tepung porang, 10% tepung edamame | 6,91 ± 0,60[a] | 4,42 ± 0,48[d] |
| P2 : 50% tepung terigu, 30% tepung porang, 20% tepung edamame | 8,28 ± 1,31[b] | 2,71± 0,80[c] |
| P3 : 50% tepung terigu, 20% tepung porang, 30% tepung edamame | 8,77 ± 1,42[b] | 2,15 ± 0,68[b] |
| | **p = 0,006** | **p = 0,000** |

Keterangan :
Notasi huruf yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan berdasarkan uji *LSD*

### Kadar Protein

Berdasarkan tabel 1, menunjukkan kadar protein pada bolu dengan formulasi tepung umbi porang dan tepung edamame lebih tinggi daripada bolu 100% tepung terigu yang artinya formulasi tepung porang dan tepung edamame dapat meningkatkan kadar protein bolu pada kelompok P2 dan P3. Kadar protein tertinggi terdapat pada bolu formulasi 50% tepung terigu, 20% tepung porang, 30% tepung edamame (8,77% ± 1,426) karena seiring bertambahnya jumlah tepung edamame maka semakin meningkat kadar protein bolu. Hal ini karena komponen penyusun bolu yaitu tepung edamame yang mengandung protein yaitu 38% (Maharini, 2022), sedangkan protein pada tepung terigu yaitu 9% (TKPI, 2017). Edamame mengandung asam amino yang dapat menjaga keseimbangan dan produktifitas hormon insulin dengan memperlambat penyerapan glukosa ke dalam aliran darah (Aliyah et al, 2018). Menurut penelitian (Akbar et al, 2023) semakin tinggi konsentrasi tepung edamame yang ditambahkan maka semakin meningkat kadar protein pada putri salju.

Hasil data kadar protein dianalisis menggunakan uji statistic data didapat hasil berdistribusi normal, maka dilakukan uji menggunakan *ANOVA.* Setelah diuji menggunakan *ANOVA* ada perbedaan signifikan yaitu 0,006 (p<0,05). Uji *LSD* diperoleh hasil bahwa bolu 100% tepung terigu berbeda signifikan dengan bolu formulasi tepung umbi porang dan tepung edamame.

## Kadar Serat Kasar

Berdasarkan tabel 1 menunjukkan kadar serat kasar pada bolu formulasi tepung umbi porang dan tepung edamame lebih tinggi daripada bolu 100% tepung terigu yang artinya formulasi tepung porang dan tepung edamame dapat meningkatkan kadar serat kasar bolu. Kadar serat kasar tertinggi pada penelitian ini terdapat pada bolu formulasi 50% tepung terigu, 40% tepung porang, 10% tepung edamame (4,42% ± 0,481) karena seiring bertambahnya tepung porang akan meningkatkan kadar serat kasar bolu. Hal ini karena komponen penyusun bolu yaitu tepung porang mengandung serat kasar yaitu 5,9% (Kurniawan, 2021) dan kandungan glukomanan yang tinggi 20-65% menyebabkan kadar serat kasar semakin tinggi (Rahmawati et al., 2023). Tepung edamame memiliki kandungan serat kasar yaitu 4,2% (Yustisia Syarifah, 2016) sedangkan serat kasar pada tepung terigu 0,3% (TKPI,2017). Menurut penelitian (Romanisti et al., 2023) semakin tinggi penambahan substitusi tepung porang maka akan semakin tinggi kadar serat kasar pada produk kue baruasa.

Data kadar serat kasar berdistribusi normal, maka dilakukan uji menggunakan *ANOVA.* Setelah diuji menggunakan *ANOVA* terdapat perbedaan signifikan *p*=0,000 (p<0,05). Uji *LSD* diperoleh hasil bahwa bolu dengan 100% tepung terigu berbeda signifikan dengan bolu formulasi tepung umbi porang dan tepung edamame.

## Tingkat Kesukaan

Hasil analisis tingkat kesukaan pada bolu dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2 Hasil analisis tingkat kesukaan

| Perlakuan | Warna | Aroma | Rasa | Tekstur |
|---|---|---|---|---|
| P0: 100% tepung terigu | 4,30 ± 0,86$^{b}$ (Suka) | 3,35 ± 0,93$^{a}$ (Cukup suka) | 3,8 ± 0,61$^{b}$ (Cukup suka) | 4,10 ± 0,71$^{c}$ (Suka) |
| P1: 50% tepung terigu 40% tepung porang, 10% tepung edamame | 3,65 ± 0,587$^{a}$ (Cukup suka) | 3,55 ± 0,88$^{a}$ (Cukup suka) | 2,9 ± 0,78$^{a}$ (Tidak suka) | 2,40 ± 0,75$^{ab}$ (Tidak suka) |
| P2: 50% tepung terigu, 30% tepung porang, 20% tepung edamame | 3,40 ± 0,940$^{a}$ (Cukup suka) | 3,10 ± 1,02$^{a}$ (Cukup suka) | 2,8 ± 0,89$^{a}$ (Tidak suka) | 2,3 ± 0,80$^{a}$ (Tidak suka) |
| P3: 50% tepung terigu, 20% tepung porang, 30% tepung edamame | 3,35 ± 0,988$^{a}$ (Cukup suka) | 2,90 ± 0,78$^{a}$ (Tidak suka) | 3,15 ± 0,98$^{a}$ (Cukup suka) | 2,85 ± 0,98$^{b}$ (Tidak suka) |
| | **p = 0,000** | **p = 0,062** | **p = 0,000** | **p = 0,000** |

Keterangan :
Notasi huruf yang berbeda menunjukkan terdapat perbedaan yang signifikan berdasarkan uji Wilcoxon

**1. Warna**

Berdasarkan tabel 2, menunjukkan hasil tingkat kesukaan warna pada bolu dengan formulasi tepung porang dan tepung edamame yang memiliki nilai tertinggi adalah bolu dengan formulasi bolu 100% tepung terigu dengan rata-rata 4,3 (Suka) yang memiliki warna kuning cerah. Sedangkan bolu dengan tingkat kesukaan terendah terdapat pada bolu formulasi 50% tepung terigu, 20% tepung porang, 30% tepung edamame, dengan nilai rata-rata 3,35 (Cukup suka) yang cenderung berwarna kehijauan. Warna yang dihasilkan bolu tanpa formulasi memiliki warna kekuningan, sedangkan warna pada bolu dengan formulasi tepung porang dan tepung edamame memiliki warna kecoklatan hingga kehijauan. Warna coklat pada bolu berasal dari tepung porang yang memiliki kandungan karoten, enzim *polyphenol oxidases* (PPO) dan terdapat senyawa polifenolik termasuk tanin yang menyebabkan warna coklat pada tepung (Wardhani et al., 2017). Pencoklatan yang disebabkan oleh enzim PPO membentuk melanin sehingga menyebabkan warna coklat, reaksi ini merupakan reaksi oksidatif enzimatik dengan oksigen sebagai katalisator dalam reaksi tersebut. Ketika proses pemotongan bahan pangan maka enzim dan fenol akan bereaksi dengan oksigen sehingga menyebabkan produk yang kecoklatan (Zulfahnur et al., 2009). Warna hijau pada bolu berasal dari tepung edamame yang mengandung klorofil dan konsentrasi klorofil akan menurun pada suhu >60°C karena mengalami degradasi (Kurniawan et al., 2020)

Berdasarkan hasil data statistik uji Friedman dengan nilai p=0,000 (p<0,05) menunjukkan formulasi tepung porang dan tepung edamame dapat mempengaruhi tingkat kesukaan warna bolu sehingga dilanjutkan uji Wilcoxon. Hasil dari uji Wilcoxon menunjukkan bahwa ada perbedaan bolu 100% tepung terigu dengan formulasi tepung umbi porang dan tepung edamame.

**2. Aroma**

Berdasarkan tabel 2, menunjukkan hasil tingkat kesukaan aroma pada bolu dengan formulasi tepung porang dan tepung edamame yang memiliki nilai tertinggi adalah bolu dengan formulasi 50% tepung terigu, 40% tepung porang, 10% tepung edamame, dengan nilai rerata 3,55 (Cukup suka). Bolu dengan tingkat kesukaan aroma terendah yaitu bolu formulasi 50% tepung terigu, 20% tepung porang, 30% tepung edamame, dengan nilai rata-rata 2,9 (Tidak suka). Aroma pada bolu tanpa formulasi memiliki aroma vanilla. Aroma pada formulasi 50% tepung terigu, 20% tepung porang, 30% tepung edamame memiliki aroma khas kacang yang langu, bau langu pada edamame berasal dari oksidasi pada enzim lipoksigenase oleh asam linolenik (Astuti et al., 2021) sedangkan

tepung porang memilki aroma yang netral (Mahirdini & Afifah, 2016). Penelitian ini sesuai dengan hasil penelitian (Siregar et al., 2023) bahwa produk dengan penambahan tepung edamame memiliki rata-rata nilai panelis 4,42 (netral/biasa) namun semakin banyak penambahan tepung edamame akan menurunkan tingkat kesukaan aroma produk puding instan.

Berdasarkan hasil data statistik uji Friedman dengan nilai p=0,062 (p>0,05) menunjukkan bahwa formulasi tepung porang dan tepung edamame tidak mempengaruhi tingkat kesukaan aroma bolu. Hasil dari uji Wilcoxon menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan bolu 100% tepung terigu dengan formulasi tepung umbi porang dan tepung edamame.

**3. Rasa**

Berdasarkan tabel 2, menunjukkan uji tingkat kesukaan rasa pada bolu dengan formulasi tepung porang dan tepung edamame yang memilki nilai tertinggi adalah bolu 100% tepung terigu dengan rata-rata nilai 3,8 (Cukup suka). Sedangkan bolu dengan tingkat kesukaan rasa terendah terdapat pada bolu formulasi 50% tepung porang, 30% tepung porang, 20% tepung edamame, dengan rata-rata nilai 2,8 (Tidak suka). Bolu formulasi 50% tepung porang, 30% tepung porang, 20% tepung edamame tidak disukai panelis karena banyak mengandung tepung porang yang menyebabkan rasa bolu sedikit berpasir di dalam mulut dan rasanya cenderung kearah pati yang dapat menurunkan tingkat kesukaan panelis (Cato et al., 2015). Penyebab rasa berpasir pada bolu karena kandungan glukomanan tinggi pada tepung porang yang memiliki ukuran 0,5-2,2 mm dan lebih besar 10 hingga 20 kali dari sel pati (Widjanarko et al., 2015). Penelitian ini sesuai (Mahirdini et al, 2016) yaitu semakin tinggi substitusi tepung porang maka akan semakin menurun pada tingkat kesukaan panelis terhadap rasa produk biskuit tepung porang. Pada bolu formulasi 50% tepung porang, 20% tepung porang, 30% tepung edamame terdapat peningkatan tingkat kesukaan rasa karena terdapat peningkatan formulasi tepung edamame. Edamame memiliki rasa khas kacang yang gurih dan manis. Rasa gurih berasal dari kandungan asam amino berupa asam glutamate sedangkan rasa manis berasal dari fruktosa, glukosa, sukrosa, dan rafinosa (Wibowo & Akbar, 2023)

Berdasarkan hasil data statistik uji *Friedman* dengan nilai *p*=0,000 (*p*<0,05) menunjukkan bahwa formulasi tepung porang dan tepung edamame dapat mempengaruhi tingkat kesukaan rasa bolu. Hasil dari uji Wilcoxon menunjukkan bahwa ada perbedaan bolu 100% tepung terigu dengan bolu formulasi tepung umbi porang dan tepung edamame.

**4. Tekstur**

Berdasarkan tabel 2, menunjukkan uji tingkat kesukaan tekstur pada bolu dengan formulasi tepung porang dan tepung edamame yang memiliki nilai tertinggi adalah bolu 100% tepung terigu dengan rata-rata nilai 4,1 (Suka). Sedangkan bolu dengan tingkat kesukaan tekstur terendah terdapat pada bolu formulasi 50% tepung terigu, 30% tepung porang, 20% tepung edamame dengan rata-rata nilai 2,3 (Tidak suka). Bolu formulasi 50% tepung terigu, 30% tepung porang, 20% tepung edamame tidak disukai panelis karena mengandung banyak tepung porang yang memiliki tekstur kasar dibandingkan dengan kontrol. Tekstur kasar pada porang berasal dari kandungan glukomanan tinggi yang memiliki ukuran 0,5 - 2,2 mm dan lebih besar 10 - 20 kali dari sel pati (Widjanarko et al., 2015). Glukomanan pada umbi porang memiliki sifat kental dan kenyal (Risti et al., 2017). Kandungan glukomanan mampu menguraikan struktur kompleks menjadi struktur yang lebih sederhana karena memiliki banyak gugus asetil dalam struktur molekul glukomanan. Selama proses pemanggangan, ikatan antar molekul dan ikatan hydrogen akan sulit menyerap air dan mengahasilkan peroduk menjadi lebih keras (Romanisti et al., 2023). Kandungan amilopektin pada porang yaitu 42,85% dan amilosa 20,44%. Semakin tinggi kandungan amilopektin pada produk makanan maka akan bersifat ringan, garing, renyah sedangkan semakin tinggi amilosa maka cenderung bersifat keras dan pejal (Nurman et al., 2022). Perubahan tekstur bolu menjadi lebih padat dan cenderung kasar pada tingkat substitusi tepung porang yang lebih tinggi disebabkan oleh tingginya kandungan glukomanan pada tepung porang. Glukomanan merupakan polisakarida hidrokoloid yang memiliki kapasitas pengikatan air (*water-binding capacity*) sangat tinggi karena banyaknya gugus hidroksil bebas yang membentuk ikatan hidrogen dengan molekul air. Selama proses pencampuran dan pemanggangan, glukomanan berkompetisi ketat dengan pati terigu dan protein telur dalam menyerap air bebas di dalam adonan. Akibatnya, proses gelatinisasi pati menjadi tidak sempurna dan pembentukan matriks emulsi adonan terganggu, yang pada akhirnya menghasilkan remah kue yang kurang lembut, kering, dan terasa lebih kasar saat dikunyah (Devaraj et al., 2019). Pada bolu formulasi 50% tepung terigu, 20% tepung porang, 30% tepung edamame mengalami peningkatan tingkat kesukaan tekstur karena proporsi penambahan tepung edamame semakin tinggi maka tekstur akan semakin lembut (Wibowo & Akbar, 2023)

Berdasarkan hasil data statistik uji Friedman dengan nilai p=0,000 (p<0,05) menunjukkan bahwa formulasi tepung porang dan tepung edamame dapat mempengaruhi tingkat kesukaan tekstur bolu. Hasil dari uji Wilcoxon menunjukkan bahwa ada perbedaan bolu 100% tepung terigu

dengan formulasi tepung umbi porang dan tepung edamame. Meskipun formulasi P1 menunjukkan tingkat penerimaan organoleptik tertinggi di antara kelompok perlakuan substitusi, skor atribut rasa dan tekstur pada seluruh formulasi substitusi masih berada di bawah kategori 'cukup suka' jika dibandingkan dengan kontrol (P0). Penurunan penerimaan tekstur ini berkaitan langsung dengan berkurangnya proporsi tepung terigu hingga 50%, yang secara signifikan menurunkan ketersediaan protein pembentuk gluten (gliadin dan glutenin). Pada produk bolu, jaringan matriks gluten berperan krusial dalam memerangkap udara selama pengocokan dan menahan pengembangan gas saat pemanggangan sehingga menghasilkan struktur remah (*crumb*) yang lembut, berpori seragam, dan mengembang. Substitusi terigu dengan tepung non-gluten (tepung porang dan bahan substitusi lainnya) melemahkan viskoelastisitas adonan, menurunkan volume pengembangan, serta menghasilkan tekstur bolu yang lebih padat dan keras. Sementara itu, penurunan skor rasa dipengaruhi oleh munculnya cita rasa khas (*aftertaste*) umbi-umbian serta berkurangnya cita rasa gurih dan manis khas bolu berbasis 100% terigu..

**Formulasi Terbaik**

Penentuan formulasi terbaik dari penelitian bolu dengan formulasi tepung porang dan tepung edamame dengan 4 perlakuan melalui nilai rata-rata dari variabel yang digunakan yaitu analisis kimia (kadar protein dan kadar serat) dan tingkat kesukaan (warna, aroma, rasa, tekstur). Produk pangan yang diharapkan dapat meningkatkan nilai gizi pada bolu serta penilaian organoleptik yang dapat diterima oleh konsumen. Penentuan formulasi terbaik menggunakan metode Naïve Bayes terdapat pada Tabel 3.

Tabel 3 Formulasi Terbaik

| Parameter | P0 | P1 | P2 | P3 | Nilai Alternatif (Bobot x Nilai parameter) |
|---|---|---|---|---|---|
| Protein | 6,55% | 6,91% | 8,28% | 8,77% | **x0,2** |
| Serat | 0,62% | 4,42% | 2,71% | 2,15% | **x0,3** |
| Warna | 4,3 | 3,65 | 3,4 | 3,35 | **x0,1** |
| Aroma | 3,35 | 3,55 | 3,1 | 2,9 | **x0,1** |
| Rasa | 3,8 | 2,9 | 2,8 | 3,15 | **x0,1** |
| Tekstur | 4,1 | 2,4 | 2,3 | 2,85 | **x0,2** |
| Total | **3,461** | **4,198** | **3,859** | **3,909** | **1** |
| Peringkat | **4** | **1** | **3** | **2** | |

Berdasarkan tabel 3 menunjukkan hasil formulasi terbaik pada bolu dengan formulasi tepung porang dan tepung edamame terdapat pada perlakuan bolu formulasi 50% tepung terigu,

40% tepung porang, 10% tepung edamame yang memiliki kandungan gizi dengan rata-rata kadar protein 6,91 % dan kadar serat kasar 4,42%. Hasil tingkat kesukaan warna 3,65 (cukup suka), aroma 3,55 (cukup suka), rasa 2,9 (tidak suka), tekstur 2,4 (tidak suka).

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan kadar protein yang tertinggi yaitu pada bolu dengan formulasi tepung porang dan tepung edamame terdapat pada bolu formulasi 50% tepung terigu, 20% tepung porang, 30% tepung edamame dengan rata-rata 8,77% dan kadar serat tertinggi terdapat pada bolu formulasi 50% tepung terigu, 40% tepung porang, 10% tepung edamame dengan rata - rata 4,42%. Sedangkan kadar protein dan kadar serat terendah terdapat pada bolu 100% tepung terigu. Hasil analisis tingkat kesukaan yang disukai panelis yaitu perlakuan P0 (3,8 (cukup suka)) dan terendah terdapat pada P2 (2,9 (tidak suka)). Formulasi terbaik terdapat pada bolu formulasi 50% tepung terigu, 40% tepung porang, 10% tepung edamame dengan kadar protein dan serat tinggi.

### Saran

Sebagai saran, diperlukan penelitian intervensi untuk mengevaluasi pengaruh konsumsi bolu berbasis tepung porang dan tepung edamame terhadap status gizi, rasa kenyang (*satiety)*, kontrol glukosa darah, atau kesehatan saluran cerna pada kelompok sasaran tertentu sehingga manfaat fungsional produk dapat dibuktikan secara klinis.

## DAFTAR PUSTAKA

Aliyah, S., & Setiawati, S. I. (2018). Perbandingan Formula Enteral Rendah Lemak Berbasis Tepung Edamame Dengan Formula Komersial Rendah Lemak. *Media Gizi Indonesia*, *13*(1), 1. https://doi.org/10.20473/mgi.v13i1.1-11

Astuti, N., Handajani, S., & Romadhoni, I. F. (2021). Pengaruh Proporsi Puree Edamame ( Glycin Max ( L ) Merrill ) Dan Terigu Terhadap Sifat Organoleptik. *Jurnal Tata Boga*, *10*(1), 138–146.

Cato, L., Rosyidi, D., & Imam, T. (2015). Pengaruh Substitusi Tepung Porang (Amorphophallus oncophyllus) Pada Tepung Tapioka Terhadap Kadar Air, Protein, Lemak, Rasa Dan Tekstur Nugget Ayam. *Ternak Tropika*, *16*(15–23), 16–23.

Devaraj, R.D., Reddy, C.K. and Xu, B. (2019) 'Health-promoting effects of konjac glucomannan and its practical applications: A critical review', International Journal of Biological Macromolecules, 126, pp. 273–281.

Imami, R. H., & Sutrisno, A. (2018). Pengaruh Proporsi Telur Dan Gula Serta Suhu Pengovenan

Terhadap Kualitas Fisik. Kimia. Dan Organoleptik Pada Bolu Bebas Gluten Dari Pasta Ubi Kayu (Manihot Esculenta). *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*, *6*(3), 89–99. https://doi.org/10.21776/ub.jpa.2018.006.03.10

Kemenkes. (2017). Tabel Komposisi Pangan Indonesia. https://repository.kemkes.go.id/book/668

Kemenkes. (2022) Fungsi Pangan dan Gizi untuk Kesehatan. https://yankes.kemkes.go.id/view_artikel/1867/fungsi-pangan-dan-gizi-untuk-

Kemenkes Rs Sardjito. (2019). Sumber Karbohidrat Sederhana yang Perlu diketahui Pasien Diabetes. https://sardjito.co.id/2019/10/30/sumber-karbohidrat-sederhana-yang-perlu-diketahui-pasien-diabetes/

Kurniawan, L. K., Ishartani, D., & Siswanti. (2020). Karakteristik Kimia, Fisik dan Tingkat Kesukaan Panelis pada Snack Bar Tepung Edamame (Glycine max (L.) Merr.) dan Tepung Kacang Hijau (Vigna radiata) dengan Penambahan Flakes Talas (Colocasia esculenta). *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, *XIII*(1), 20–28.

Maharini, D. A. (2022). *Pengaruh Penambahan Tepung Edamame (Glycin Max (L) Merrill) Terhadap Karakteristik Kimia Dan Sensoris Crackers* [Politeknik Negri Jember]. https://sipora.polije.ac.id/14889/

Mahirdini, S., & Afifah, D. N. (2016). Pengaruh substitusi tepung terigu dengan tepung porang (amorphophallus oncopphyllus) terhadap kadar protein, serat pangan, lemak, dan tingkat penerimaan biskuit. *Jurnal Gizi Indonesia (The Indonesian Journal of Nutrition)*, *5*(1), 42–49. https://doi.org/10.14710/jgi.5.1.42-49

Nadialista Kurniawan, R. A. (2021). Uji Daya Terima Dan Nilai Kandungan Gizi Bolu Kukus Dengan Penambahan Tepung Kacang Merah Dan Tepung Jamur Tiram Putih. *Industry and Higher Education*, *3*(1), 1689–1699. http://journal.unilak.ac.id/index.php/JIEB/article/view/3845%0Ahttp://dspace.uc.ac.id/handle/123456789/1288

Novitaroh, A., Sulistiani, R. P., Isworo, J. teguh, & Syadi, Y. K. (2022). Sifat Sensoris, Kadar Protein dan Zat Besi pada Cookies Daun Kelor. *Jurnal Gizi*, *11*(1), 32–44. https://doi.org/10.26714/jg.11.1.2022.32-44

Nurman, N., Silahudin, M., Muda, N., & Maulani, T. R. (2022). Karakterisasi Fisikokimia Pati Porang Pandeglang Banten. *Gorontalo Agriculture Technology Journal*, *5*(2), 55. https://doi.org/10.32662/gatj.v0i0.2423

Rahmawati, S.H., Wijayanti, A. and Fahrulsyah (2023) 'Analisis karakteristik kimiawi pada kerupuk ikan Nila (Oreochromis niloticus) dengan penambahan tepung porang (Amorphophallus oncophyllus)', Agrokompleks, 23(2), pp. 149–157. https://doi.org/10.51978/japp.v23i2.628

Risti, D., Aprilia, V. and Nisa, F.Z. (2017) 'Sifat fisik, kadar serat dan daya terima nugget dengan penggunaan glukomanan dari porang (*Amorphophallus oncophyllus*) untuk substitusi daging ayam', Jurnal Gizi dan Dietetik Indonesia (Indonesian Journal of Nutrition and Dietetics), 5(1), pp. 9–16. https://doi.org/10.21927/ijnd.2017.5(1).9-16

Romanisti, B. (2023) Pengembangan Tepung Porang sebagai Bahan Substitusi Kue Tradisional Baruasa. Skripsi. Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Katolik Soegijapranata, Semarang.

Siregar, M., Arvianti, M. D., & Sofyaningsih, M. (2023). The Potency Of Edamame (Glycin max (L) Merrill) As High Dietary Instant Pudding. *ARGIPA (Arsip Gizi Dan Pangan)*, *8*(2), 93–107. https://doi.org/10.22236/argipa.v8i2.12844

Thelmalina, F.J. and Wirasuta, I.M.A.G. (2023) 'Potensi Amorphophallus sp. sebagai pangan fungsional untuk pasien diabetes melitus', Prosiding Workshop Dan Seminar Nasional Farmasi, 1, pp. 230–243. https://doi.org/10.24843/wsnf.2022.v01.i01.p19

Urli, T.I., Hariyanto, T. and Dewi, N. (2017) 'Pengaruh pemberian tepung porang (Amorphophallus muelleri Blume) terhadap kadar HDL pada tikus (Rattus norvegicus) strain Wistar DM tipe 2', Nursing News, 2(2), pp. 652–660.

Van Rooyen, J., Simsek, S., Oyeyinka, S.A. and Manley, M. (2023) 'Wheat starch structure–function relationship in breadmaking: A review', Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 22, pp. 2292–2309. doi: 10.1111/1541-4337.13147

Wardhani, D. H., Arif Atmadja, A., & Rinaldy Nugraha, C. (2017). Pencegahan Pencoklatan Enzimatik Pada Porang Kuning (Amorphophallus oncophyllus). *Reaktor*, *17*(2), 104–110. https://doi.org/10.14710/reaktor.17.2.104-110

Wibowo, N. I., & Akbar, A. A. (2023). Analisis Kandungan Protein dan Daya Terima Putri Salju Substitusi Tepung Edamame (Glycine max (L) Merrill). *Jurnal Kesehatan*, *6*(4), 430–442.

Widjanarko, S.B., Widyastuti, E. and Rozaq, F.I. (2015) 'Pengaruh lama penggilingan tepung porang (*Amorphophallus muelleri Blume*) dengan metode ball mill (cyclone separator) terhadap sifat fisik dan kimia tepung porang', Jurnal Pangan dan Agroindustri, 3(3), pp. 867–877.

Wilderjans, E., Luyts, A., Brijs, K. and Delcour, J.A. (2013) 'Ingredient functionality in batter type cake making', Trends in Food Science & Technology, 30(1), pp. 6–15. doi: 10.1016/j.tifs.2013.01.001.

Yuanita, M. (2008). Penurunan Kadar Kalsium Oksalat Pada Tepung Porang (Amorphophallus oncophyllus) Menggunakan Kombinasi Hammer Mill , Stamp Mill dan Fraksinasi Hembusan Blower. In *Universitas Brawijaya*.

Yuniantika, S. W. (2020). *Kajian Pembuatan Bolu Kukus Substitusi Tepung Bit Dan Serbuk Wijen Sebagai Makanan Fungsional Penderita Anemia Pada Ibu Hamil*. Politeknik Negeri Jember.

Yustisia Syarifah, W. (2016). *Pemanfaatan Edamame (Glycine max) Dan labu Kuning (Curcubita moschata) Pada Pembuatan Kue Kering Sumber Beta Karoten Untuk Anak*. Institut Pertanian Bogor.

Zulfahnur, Nurapriani, R., Tegar, T., & Askanovi, D. (2009). Mempelajari pengaruh reaksi pencoklatan enzimatis pada buah dan sayur. *Program Kreativitas Mahasiswa*, *2006*, 1–12.