Hasil Penelitian | Diterima 10-03-2026 | Disetujui 11-05-2026

PENGEMBANGAN BAKSO KAYA PATI RESISTEN MENGGUNAKAN PATI GANYONG (*CANNA EDULIS*) DAN PATI SAGU TERMODIFIKASI: KARAKTERISTIK FISIKOKIMIA DAN SENSORI

Lukman Azis[1*], Rohmat Ananda Rofi'i Hidayatullah[1], Sofiani Nur Hanifah[1], Muhammad Ibnu Sena[1], Uswatun Khasanah[1], Hidayat Yorianta Sasaerila[2]

[1]*Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Al-Azhar Indonesia*

[2]*Program Studi Magister Pengelolaan Sumber Daya Alam, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Al-Azhar Indonesia*

ABSTRAK: Bakso merupakan produk pangan populer di Indonesia yang umumnya memiliki kandungan serat rendah dan natrium tinggi, sehingga berpotensi meningkatkan risiko penyakit degeneratif seperti diabetes melitus tipe 2 dan penyakit kardiovaskular. Pemanfaatan pati termodifikasi berbasis pangan lokal, seperti pati ganyong dan pati sagu, berpotensi meningkatkan nilai fungsional produk. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik fisikokimia dan sensori bakso dengan substitusi pati ganyong termodifikasi dan pati sagu termodifikasi pada berbagai rasio. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan satu faktor, yaitu rasio pati ganyong termodifikasi dan pati sagu termodifikasi: F1 (30:70), F2 (20:80), F3 (10:90), dan F4 (0:100). Analisis pada penelitian ini meliputi kadar pati resisten, komposisi proksimat, sifat fisik (tekstur dan daya kembang), serta uji sensori. Hasil menunjukkan bahwa variasi rasio pati termodifikasi memberikan pengaruh nyata ($p<0.05$) terhadap seluruh parameter kimia dan fisik. Nilai tertinggi masing-masing parameter diperoleh pada perlakuan berbeda, yaitu pati resisten (12.39%; F1), kadar air (69.88%; F3), abu (1.79%; F3), lemak (4.17%; F1), protein (4.69%; F4), dan karbohidrat (22.82%; F2). Daya kembang dan tekstur tertinggi masing-masing sebesar 20.21% dan 1918.53 gf diperoleh pada F4. Namun, tidak terdapat perbedaan nyata ($p>0.05$) pada seluruh parameter sensori, meskipun F2 menunjukkan kecenderungan tingkat kesukaan tertinggi. Disimpulkan bahwa rasio pati ganyong termodifikasi dan pati sagu termodifikasi secara signifikan mempengaruhi karakteristik fisikokimia bakso, tanpa menurunkan penerimaan sensori, sehingga berpotensi sebagai alternatif formulasi bakso fungsional berbasis pangan lokal.

Kata Kunci: Bakso, pati ganyong termodifikasi, pati resisten, pati sagu termodifikasi, serat

ABSTRACT: *Meatballs are a widely consumed food product in Indonesia, typically characterized by low dietary fiber and high sodium content, which may increase the risk of degenerative diseases such as type 2 diabetes mellitus and cardiovascular disorders. The utilization of modified starch derived from local food sources, such as canna (Canna edulis) and sago (Metroxylon sagu), offers potential to enhance the functional properties of meatball products. This study aimed to evaluate the physicochemical and sensory characteristics of meatballs formulated with modified canna starch and modified sago starch at different ratios. A Completely Randomized Design (CRD) with a single factor was employed, namely the ratio of modified canna starch to modified sago starch: F1 (30:70), F2 (20:80), F3 (10:90), and F4 (0:100). The analyses included resistant starch content, proximate composition, physical properties (texture and expansion), and sensory evaluation. The results showed that modified starch ratio significantly affected ($p<0.05$) all physicochemical parameters. The highest values were observed for resistant starch (12.39%; F1), moisture content (69.88%; F3), ash content (1.79%; F3), fat content (4.17%; F1), protein content (4.69%; F4), and carbohydrate content (22.82%; F2). The highest expansion (20.21%) and texture (1918.53 gf) were obtained in F4. In contrast, sensory attributes were not significantly different ($p>0.05$) among treatments, although F2 showed a tendency for higher preference scores. In conclusion, the ratio of modified canna starch and modified sago starch significantly influences the physicochemical properties of meatballs without adversely affecting sensory acceptance, indicating its potential for developing functional meatball products based on local starch resources.*

Keywords: *Meatball, modofied canna starch, resistant starch, modified sago starch, dietary fiber*

[*] Email korespondensi: lukman_azis@uai.ac.id

PENDAHULUAN

Bakso merupakan salah satu produk olahan daging yang dikonsumsi secara luas oleh berbagai kelompok masyarakat di Indonesia (Nugroho *et al.*, 2025). Tingginya tingkat konsumsi bakso berpotensi berkontribusi terhadap pola asupan pangan yang kurang seimbang, khususnya apabila dikaitkan dengan karakteristik produk yang umumnya rendah serat pangan dan relatif tinggi kandungan natrium (Meng *et al.,* 2022; Marume *et al.,* 2025). Pola konsumsi tersebut dalam jangka panjang dapat meningkatkan risiko penyakit degeneratif, termasuk diabetes melitus tipe 2 dan penyakit kardiovaskular, terutama apabila tidak diimbangi dengan asupan pangan yang seimbang yang memadai (Threapleton *et al.*, 2013) seperti konsumsi sayur dan buah kaya serat.

Pati resisten (*resistant starch*, RS) memiliki karakteristik seperti serat, tidak dapat diserap oleh tubuh dan memberikan dampak baik untuk kesehatan (Birt *et al.*, 2013). RS telah banyak dilaporkan memiliki efek fisiologis yang menguntungkan, antara lain menurunkan respons glikemik postprandial, meningkatkan sensitivitas insulin, serta berperan sebagai prebiotik melalui fermentasi di kolon yang menghasilkan asam lemak rantai pendek (Wang *et al.,* 2019; Dainty *et al.,* 2016). Bukti dari studi intervensi dan meta-analisis menunjukkan bahwa konsumsi pangan yang diperkaya pati resisten dapat memperbaiki homeostasis glukosa dan profil metabolik (Pugh *et al.*, 2023). Salah satu metode efektif, efisien, murah dan sederhana untuk meningkatkan kadar pati resisten adalah melalui modifikasi fisik seperti *autoclaving–cooling*, yang menghasilkan pati resisten tipe 3 (RS3) melalui mekanisme gelatinisasi dan retrogradasi amilosa yang membentuk struktur kristalin yang lebih stabil dan sulit dicerna oleh enzim pencernaan (Faridah *et al.,* 2022; Soler *et al.,* 2020).

Pemanfaatan sumber pati lokal sebagai bahan baku untuk produksi pati termodifikasi menjadi semakin relevan dalam konteks ketahanan pangan dan pengembangan pangan fungsional. Umbi ganyong (*Canna edulis* Kerr.) dan sagu (*Metroxylon* spp.) potensi besar sebagai sumber pati lokal Indonesia. Pati ganyong diketahui memiliki kandungan amilosa yang relatif tinggi (31.44-43.62%) dibandingkan dengan pati sagu dan pati biji kluwih. Amilosa memiliki struktur gel yang kuat dengan ikatan antar molekul α-(1→4) yang lebih mudah mengalami pembentukan kristal kembali sehingga meningkatkan peluang pembentukan pati resisten tipe-3 setelah pemanasan-pendinginan (Faridah *et al.*, 2022). Di sisi lain, pati sagu memiliki ketersediaan melimpah, produktivitas tinggi, serta sifat fungsional yang baik seperti kemampuan mengikat air dan membentuk tekstur yang elastis (Dewi *et al.*, 2016). Kombinasi kedua jenis pati ini dalam bentuk termodifikasi berpotensi menghasilkan karakteristik fungsional yang sinergis, baik dari segi tekstur maupun nilai kesehatan.

Penelitian mengenai formulasi bakso dengan substitusi pati termodifikasi dari ganyong dan sagu menjadi sangat relevan untuk dilakukan. Penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan produk bakso fungsional berbasis pati ganyong termodifikasi dan pati sagu termodifikasi dengan karakteristik fisikokimia dan sensori yang baik.

METODE

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Variabel bebas dalam penelitian ini adalah rasio antara pati ganyong dan pati sagu termodifikasi meliputi F1 (30 : 70), F2 (20 : 80), F3 (10 : 90), dan F4 (0 : 100), masing-masing. Setiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali sehingga diperoleh 12 unit percobaan. Variabel terkontrol dalam penelitian ini yaitu berat adonan bakso, suhu dan lama waktu perebusan, sementara variabel bebas dalam penelitian ini adalah kadar pati resisten, proksimat (kadar air, protein, lemak, karbohidrat dan abu), tekstur, daya kembang dan organoleptik. Data dalam penelitian ini disajikan dalam rerata±SD yang dianalisis menggunakan *One way ANOVA* kemudian dilanjutkan dengan uji Duncan ($p<0,05$) software SPSS versi 29,0.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam pembuatan bakso pati termodifikasi diantaranya timbangan analitik dan *blender* (Phillips). Sementara itu, alat yang digunakan untuk analisis bakso yaitu oven (Binder), tanur (Vulcan), seperangkat alat soxhlet, labu Kjeldahl, vortex (DLAB), *centrifuge* (Oregon), *waterbath* (LabTech), inkubator (Memmert), spektrofotometer UV-vis (Thermo Scientific),

texture profile analyzer (TA-XT Plus), dan jangka sorong digital (ISKU).

Bahan yang digunakan untuk membuat bakso pati termodifikasi yaitu pati ganyong dan pati sagu termodifikasi dengan teknik *autoclaving-cooling* yaitu air mineral, jamur tiram, telur, kaldu jamur, lada bubuk, bawang putih bubuk, garam, dan *Sodium Tripolyphosphate* (STPP).

Pembuatan Pati Modifikasi

Pembuatan pati termodifikasi dari pati ganyong dan pati sagu dilakukan melalui metode modifikasi fisik, *autoclaving-cooling* (Faridah *et al.*, 2022). Tahapan 1 yaitu pembuatan suspensi pati dilakukan dengan melarutkan pati dalam aquadest, lalu dipindahkan ke wadah tertutup dan dilapisi plastik tahan panas. Selanjutnya, wadah berisi suspensi pati dipanaskan dalam *autoclave* pada suhu ±121°C dan tekanan tinggi selama 15 menit diikuti proses retrogradasi melalui pembekuan pada suhu -24°C selama 24 jam. Sampel yang telah mengalami perlakuan modifikasi fisik kemudian di *thawing* dan dikeringkan menggunakan *food dehydrator* pada suhu 60°C selama 13 jam kemudian digiling dan diayak menggunakan ayakan 60 mesh untuk memperoleh ukuran pati modifikasi yang seragam.

Pembuatan Bakso Pati Termodifikasi

Pembuatan bakso pati termodifikasi dilakukan di Laboratorium Pengolahan Pangan, Universitas Al-Azhar Indonesia. Formulasi bakso pati termodifikasi menggunakan empat rasio antara pati ganyong termodifikasi dan pati sagu termodifikasi, masing-masing yaitu F1 (30 : 70), F2 (20 : 80), F3 (10 : 90), dan F4 (0 : 100). Adonan bakso disiapkan dengan mencampurkan pati ganyong termodifikasi dan pati sagu termodifikasi sesuai dengan rasio, kemudia dicampurkan dengan bahan lain seperti jamur tiram, telur, serta bahan tambahan berupa kaldu jamur, lada bubuk, bawang putih bubuk, garam, dan *Sodium Tripolyphosphate* (STPP) hingga diperoleh konsistensi yang homogen. Adonan kemudian dicetak membentuk bulat dengan ukuran seragam, lalu direbus dalam air mendidih selama 2-4 menit hingga matang yang ditandai dengan posisi bakso mengapung ke permukaan air. Formulasi bakso pati termodifikasi disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Formulasi bakso berbasis pati ganyong termodifikasi dan pati sagu termodifikasi

Bahan	F1 (%)	F2 (%)	F3 (%)	F4 (%)
Pati Ganyong	6	4	2	0
Pati Sagu	1	16	18	20
Telur	8	8	8	8
Kaldu jamur	0.5	0.5	0.5	0.5
Air	36	36	36	36
Jamur tiram	34	34	34	34
STPP	0.5	0.5	0.5	0.5
Bawang putih bubuk	0.5	0.5	0.5	0.5
Lada bubuk	0.5	0.5	0.5	0.5
Total	**100**	**100**	**100**	**100**

Pengujian Pati Resisten

Pengujian pati resisten dilakukan pada sampel bakso yang dilakukan di laboratorium Kimia-Biokimia Pangan Universitas Al-Azhar Indonesia menggunakan metode de Goni (Goni *et al.,* 1996 dalam Waluyo *et al.,* 2021). Sampel pati bakso, masing-masing sebanyak 15 mg dilarutkan dalam 2,5 ml *buffer* HCl-KCl pH 1,5 dan ditambahkan 50 µL larutan enzim pepsin lalu divortex dan diinkubasi menggunakan *waterbath* suhu 40°C selama 60 menit. Setelah itu didinginkan dan ditambahkan 2,25 ml larutan trismaleate 0,1 M pH 6,9 dan 250 µL larutan enzim amilase, lalu diinkubasi selama 16 jam pada suhu 37°C. Suspensi kemudian disentrifugasi selama 15 menit kecepatan 3000 rpm, supernatan diambil kemudian residu dicuci dengan 10 ml akuades dan disentrifugasi ulang. Selanjutnya, supernatan dikumpulkan dan ditera hingga 50 mL menggunakan aquadest. Kurva standar disiapkan dari larutan glukosa 10, 20, 30, 40, 50, dan 60 ppm dari kit GOD PAP. Selanjutnya, 0,5 mL masing-masing sampel ditambahkan 1 mL kit reagen GOD PAP dan diinkubasi pada penangas air 37°C selama 30 menit. Selanjutnya, absorbansi dibaca dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 510 nm dan dibandingkan dengan blanko. Pati resisten dihitung menggunakan kurva glukosa standar, dengan rumus berikut:

$$\text{Kadar pati resisten} = \frac{\text{X} \times \text{fp} \times 0{,}9}{\text{berat sampel (mg)}}$$

x = konsentrasi glukosa dari kurva standar (ppm atau mg/L)

fp = faktor pengenceran total sampel (25)

Pengujian Kadar Air

Pengujian kadar air dilakukan di Laboratorium Terpadu IPB menggunakan metode Gravimetri mengacu pada AOAC (2005). Sebanyak 1 g sampel dimasukkan dalam cawan yang sudah dikeringkan dan diketahui bobot konstannya. Cawan yang berisi sampel kemudian dipanaskan dalam oven dengan suhu 105ºC selama 6 jam, lalu didinginkan dalam desikator selama 15 menit dan ditimbang. Cawan berisi sampel dikeringkan kembali dalam oven pada suhu 105ºC selama kurang lebih 30 menit, lalu didinginkan dalam desikator selama 15 menit dan ditimbang. Pengeringan dilakukan berulang hingga tercapai bobot konstan. Perhitungan kadar air menggunakan rumus berikut:

$$\text{Kadar air} = \frac{\text{Bobot sampel(segar} - \text{kering)}}{\text{Bobot sampel segar}} \times 100\%$$

Pengujian Kadar Abu

Pengujian kadar abu dilakukan di Laboratorium Terpadu IPB menggunakan metode Pengabuan Kering (*Dry Ashing*) mengacu pada AOAC (2005). Sebanyak 1 g sampel ditimbang dalam cawan porselain yang sudah dikeringkan. Cawan porselain berisi sampel lalu dibakar dengan *bunsen burner* hingga asap dari pembakaran sampel hilang. Kemudian sampel yang telah dibakar dilakukan pengabuan dengan menggunakan tanur dengan suhu 600ºC selama 4 jam, lalu didinginkan dalam desikator selama kurang lebih 15 menit dan ditimbang. Kadar abu dihitung menggunakan rumus berikut:

$$\text{Kadar abu} = \frac{\text{Bobot abu}}{\text{Bobot sampel}} \times 100\%$$

Pengujian Kadar Lemak

Pengujian kadar lemak kasar dilakukan di Laboratorium Terpadu IPB menggunakan metode Soxhlet mengacu pada AOAC (2005). Sampel ~2 g ditimbang lalu disebar diatas kapas yang beralas kertas saring dan digulung membentuk *thimble*. Labu alas bulat diisi pelarut N-heksana 150 ml. Rangkaian alat soxhlet dipasang dan *thimble* berisi sampel dimasukkan ke dalam tabung ekstraksi soxhlet yang tepat berada di bawah kondensor. Ekstraksi dilakukan selama kurang lebih 6 jam, dengan laju ekstraksi sekitar 5-6 tetes per detik secara kontinu. Setelah pelarut dipisahkan dari ekstrak lemak menggunakan *rotary evaporator*. Ekstrak lemak yang diperoleh dari proses ekstraksi dengan pelarut N-heksana dikeringkan dalam oven pada suhu 100ºC selama 1 jam lalu didinginkan dan ditimbang. Perhitungan kadar lemak kasar menggunakan rumus berikut:

$$\text{Kadar lemak} = \frac{\text{Bobot lemak terekstrak}}{\text{Bobot sampel}} \times 100\%$$

Pengujian Kadar Protein

Pengujian kadar protein kasar dilakukan di Laboratorium Terpadu IPB menggunakan metode Kjeldahl mengacu pada AOAC (2005). Sebanyak 0,25 g sampel ditimbang lalu dimasukkan ke dalam labu kjeldahl 100 ml. Kemudian; 0,25 g selenium dan H_2SO_4 pekat sebanyak 3 ml ditambahkan ke dalam labu kjeldahl. Tahap destruksi dimulai dengan mendidihkan larutan selama 1 jam hingga menunjukkan perubahan warna coklat gelap menjadi larutan jernih. Larutan didiamkan di suhu ruang sampai dingin lalu ditambahkan 50 ml aquadest dan 20 ml NaOH 40%. Erlenmeyer yang berisi campuran 10 ml H_3BO_3 2% dan 2 tetes indikator Brom Cresol Green-Methyl Red berwarna merah muda disiapkan. Labu kjeldahl yang berisi hasil destruksi dipasang pada rangkaian alat distilasi uap. Distilasi dilakukan hingga volume hasil tampungan (destilat) mencapai minimal 10 ml dengan menunjukan perubahan warna larutan menjadi warna hijau kebiruan. Kemudian destilat sampel dititrasi dengan HCl 0,1 N sampai warna berubah menjadi merah muda. Perlakuan yang sama juga dilakukan terhadap blanko. Kadar protein dihitung menggunakan rumus berikut:

$$\text{Kadar protein} = \frac{(\text{VA} - \text{VB}) \times \text{N HCl} \times 14 \times 6{,}25 \times 100\%}{\text{W} \times 1000}$$

V_A = volume titran sampel (ml)
V_B = volume titran blanko (ml)
N HCl = normalitas HCl
14 = berat atom nitrogen
6,25 = faktor konversi protein
W = bobot sampel kering (mg)

Pengujian Kadar Karbohidrat

Pengujian kadar karbohidrat dilakukan di Laboratorium Terpadu IPB menggunakan metode *By Difference* mengacu pada AOAC (2005). Perhitungan dilakukan dengan melakukan keseluruhan pengujian proksimat, yang kemudian nilai persentase yang diperoleh digunakan untuk melakukan perhitungan

secara pengurangan. Kadar karbohidrat dihitung menggunakan rumus berikut:

Kadar karbohidrat $= 100\% - (\%\ air + \%\ abu + \%\ protein + \%\ lemak)$

Pengujian Tekstur

Pengujian tekstur pada sampel bakso pati termodifikasi menggunakan pengukuran tekstur bahan pangan alat *Texture Profile Analyzer* (TPA). Proses pengujian tekstur dilakukan di Laboratorium Rekayasa Pangan IPB dan dilakukan oleh *staff* laboratorium. Pengujian menggunakan 1 butir sampel bakso dengan masing-masing tiga kali pengujian. Prinsip pengujian tekstur bahan pangan menggunakan *Texture Profile Analyzer* yaitu alat akan memberikan gaya tekan pada bahan dengan besaran tertentu sehingga profil tekstur bahan tersebut tervisualisasi dalam grafik. Grafik tersebut akan menghubungkan antara gaya yang diberikan dengan jarak (Khoirunnisah *et al.*, 2024). Pada penelitian ini profil tekstur bakso pati termodifikasi yang diamati adalah parameter *hardness.*

Pengujian Daya Kembang

Pengujian daya kembang pada sampel bakso pati termodifikasi dilakukan di Laboratorium Pengolahan Pangan Universitas Al Azhar Indonesia. Sampel bakso pati termodifikasi diukur menggunakan jangka sorong digital dengan mengukur panjang, lebar, dan tinggi sebelum dan sesudah sampel dimasak. Peningkatan ketebalan sampel sesudah dimasak disebabkan oleh penyerapan air saat perebusan atau redistribusi massa saat diameter menyusut tetapi ketebalan bertambah (Dinçer *et al.*, 2018). Perubahan dimensi sampel dihitung berdasarkan selisih diameter dan ketebalan bakso, yang diukur dengan jangka sorong digital, sebelum dan setelah dimasak.

$$\%\ \text{Daya kembang} = \frac{T1 - T0}{T0} \times 100\%$$

T_0 = Ketebalan sebelum perebusan

T_1 = Ketebalan setelah perebusan

Pengujian Organoleptik

Pengujian sensori dilakukan pada sampel bakso pati termodifikasi dengan metode uji hedonik menggunakan 30 panelis tidak terlatih berusia 17-25 tahun dengan kondisi sehat. Setiap panelis diberikan 1 biji sampel bakso pati termodifikasi untuk tiap formulasi. Pengujian sensori uji hedonik pada penelitian ini dilakukan dengan 7 indikator penilaian diantaranya aroma, tekstur, keempukan, warna, rasa, kenampakan, dan *overall.* Skor penilaian uji hedonik yang digunakan dari skala 1-7 yang meliputi (1) sangat tidak suka, (2) tidak suka, (3) sedikit tidak suka, (4) netral, (5) sedikit suka, (6) suka, dan (7) sangat suka (Afrianto *et al.*, 2017).

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pati Resisten

Kadar pati resisten (%) pada bakso pati termodifikasi disajikan pada Tabel 2**.** Hasil penelitian menunjukkan rasio penambahan pati ganyong termodifikasi dan pati sagu termodifikasi tiap formulasi bakso pati termodifikasi memberi pengaruh signifikan ($p<0,05$) terhadap kadar pati resisten. Kadar pati resisten pada penelitian ini menunjukkan tren menurun seiring dengan berkurangnya rasio pati ganyong termodifikasi yang digunakan dalam adonan bakso. Formulasi 1 (F1) dengan rasio pati ganyong termodifikasi terbanyak memiliki persentase kadar pati resisten tertinggi sebesar 12,39%, diikuti oleh F2 (12,08%), F3 (11,76%) dan terendah adalah F4 (11,45%).

Secara umum, pati ganyong memiliki kandungan amilosa sebesar 25-30% dan amilopektin 70-75% (Muchsiri *et al.*, 2021). Sementara itu, pati sagu umumnya mengandung ~27% amilosa dan ~73% kandungan amilopektin (Sumardiono *et al.*, 2021). Kandungan amilosa pada pati ganyong sedikit lebih tinggi dan memiliki peran penting dalam pembentukan pati resisten tipe 3. Perlakuan modifikasi pati ganyong dan pati sagu dengan metode *autoclaving-cooling* akan menghasilkan rekristalisasi amilosa sebagai pembentuk pati resisten tipe 3 (Silitonga *et al.*, 2021). Pati resisten tipe 3 terbentuk melalui proses pemanasan yang diikuti dengan pendinginan. Proses rekristalisasi amilosa dilaporkan mampu meningkatkan kadar pati resisten dalam bahan hingga mencapai 18.5-18,7% dari pati *native* (Rozali *et al.*, 2018).

2. Uji Kadar Air

Pengujian kadar air bertujuan untuk menentukan mutu dan kemampuan umur simpan pada suatu produk makanan seperti bakso. Berdasarkan Standar Nasional Indonesia

(SNI) 3818:2014 tentang standar mutu bakso daging kombinasi bahwa maksimal kadar air yang terkandung adalah 70.0%. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa bakso pati termodifikasi mengandung kadar air sebesar 68,35-69,88% dan telah memenuhi SNI (Tabel 2). Rasio penambahan pati ganyong termodifikasi dan pati sagu termodifikasi memberi pengaruh signifikan ($p<0,05$) terhadap kadar air bakso antar perlakuan. Kadar air tertinggi ditunjukkan pada bakso dengan rasio pati ganyong termodifikasi dan pati sagu termodifikasi 90:10 (F3) yaitu 69,88% sedangkan yang terendah adalah 80:20 (F2) yaitu 68,35%.

Pati resisten memiliki kemampuan dalam meningkatkan retensi air dan kekuatan gel miosin dengan meningkatkan modulus penyimpanan, menginduksi transisi lembaran β menjadi α-heliks (Wang *et al.*, 2023). Berdasarkan penelitian Meng et al. (2022) menyebutkan bahwa penambahan pati dapat meningkatkan kekencangan bakso, bertindak sebagai pengisi, sekaligus meningkatkan *water holding capacity* (WHC) dan kekuatan gel. Nilai indeks absorbsi air dari pati ganyong diketahui berkisar antara 73,81% hingga 91,17%, hal ini menunjukkan kapasitas pati ganyong yang cukup tinggi dalam menyerap air sehingga memberikan pengaruh nyata dalam meningkatkan WHC pada bakso (Parwiyanti, 2020). Namun, berdasarkan penelitian Pratiwi et al. (2016) diketahui bahwa penambahan pati sagu tidak berpengaruh nyata terhadap WHC mi pati sagu, ditambah nilai WHC yang kecil berkisar antara 2,20-2,28 g/g bahan.

Tingginya daya serap dan kelarutan air pada pati termodifikasi disebabkan oleh perubahan struktur granula akibat proses modifikasi yang menurunkan kristalinitas pati (Liu *et al.*, 2024), meningkatkan daerah amorf, serta mengekspos lebih banyak gugus hidrofilik. Perubahan tersebut mempermudah penetrasi air ke dalam granula dan meningkatkan pelepasan molekul pati ke dalam medium, sehingga nilai water absorption capacity dan water solubility meningkat dibandingkan pati alami (Shoukat *et al.*, 2025).

3. Kadar Abu

Pengujian kadar abu bertujuan untuk mengukur kadar mineral yang tersisa setelah sampel diabukan. Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) 3818:2014 kadar abu bakso daging kombinasi maksimal adalah 3%. Hasil kadar abu bakso pati termodifikasi pada penelitian ini yaitu 1,60-1,79% (Tabel 2). Berdasarkan penelitian ini, kadar abu bakso termofidikasi dipengaruhi secara signifikan ($p<0,05$) oleh rasio pati ganyong termodifikasi dan pati sagu termodifikasi. Nilai kadar abu tertinggi terdapat pada bakso dengan rasio pati ganyong termodifikasi dan pati sagu termodifikasi 90:10 (F3) yaitu 1,79% sedangkan yang terendah pada F4 yaitu 100 % pati sagu termodifikasi 1,60%.

Nilai kadar abu suatu produk pangan menunjukkan total mineral yang terkandung pada suatu produk pangan yang dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti proses pengolahan (Hou *et al.*, 2019) dan bahan tambahan pangan (Haque *et al.*, 2024). Nilai kadar abu bakso pati termodifikasi ini cukup rendah, hal ini karena pati mengandung mineral yang minim yang mana pati sagu memiliki kadar abu lebih kecil 0.07-0.80% (Suripatty *et al.*, 2024) dibandingkan pati ganyong yaitu kadar abu 0,18-1,69% (Dini, 2026). Disisi lain, penggunaan bahan lain seperti STPP, kaldu jamur, dan jamur tiram juga menyumbang persentase mineral yang terkandung dalam bakso (Salami *et al.*, 2017).

4. Kadar Lemak

Pengujian kadar lemak metode Soxhlet yang dilakukan pada bakso bertujuan untuk mengetahui kadar lemak total yang berpengaruh pada konsistensi tekstur. Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) 3818:2014, kadar lemak bakso daging kombinasi maksimal adalah 10%. Pada penelitian ini menunjukkan bahwa kadar lemak bakso pati termodifikasi berada pada rentang 2,18-4,17% (Tabel 2). Bakso pati termodifikasi dengan rasio penambahan pati ganyong termodifikasi dan pati sagu termodifikasi memberi pengaruh signifikan ($p<0,05$) terhadap kadar lemak bakso. Nilai kadar lemak pada produk bakso pati termodifikasi konsisten mengalami penurunan seiring bertambahnya komposisi pati sagu termodifikasi. Penggunaan pati ganyong termodifikasi dan pati sagu termodifikasi 30:70 (F1) mengandung lemak paling tinggi (4,17%) sedangkan 100% pati sagu termodifikasi (F4) mengandung lemak paling rendah yaitu 1,18%.

Penelitian Nayak dan Pathak (2023) menyebutkan bahwa produk *patty* berbasis pati

sagu dilaporkan memberikan efek penurunan kadar lemak pada produk akhir, dibandingkan formulasi yang tidak menggunakan pati sagu karena pati sagu memiliki kadar lemak yang lebih rendah yaitu 0,67% dibandingkan kadar lemak yang dimiliki pati ganyong yaitu 6,43% (Mukti dan Husin, 2024).

5. Kadar Protein

Pengujian kadar protein metode Kjeldahl bertujuan untuk mengukur kadar protein yang terkandung pada produk berdasarkan jumlah nitrogen yang terdeteksi. Merujuk pada Standar Nasional Indonesia (SNI) 3818:2014 tentang standar mutu bakso daging kombinasi menyebutkan bahwa kadar protein bakso minimal adalah 8,0. Sementara itu, kadar bakso pati termodifikasi pada penelitian ini berada pada rentang 3,21-4,69% (Tabel 2). Kadar protein pada tiap formulasi bakso pati termodifikasi masih di bawah SNI. Hal tersebut disebabkan karena bakso pati termodifikasi pada penelitian ini hanya menggunakan persentase telur ayam yang sedikit pada adonan dan tidak menggunakan daging hewani seperti bakso daging pada umumnya.

Berdasarkan hasil penelitian, penambahan rasio pati ganyong termodifikasi dan pati sagu termodifikasi memberi pengaruh signifikan ($p<0,05$) terhadap kadar protein bakso. Nilai kadar protein pada bakso dengan 100% pati sagu termodifikasi (F4) adalah 4,69 (paling tinggi) sementara pati ganyong termodifikasi dan pati sagu termodifikasi 30:70 (F1) memiliki kadar protein paling rendah yaitu 3,21. Protein pada bakso pati termodifikasi pada penelitian ini didapatkan dari telur dan jamur tiram yang ditambahkan dalam jumlah sedikit ~10% dan ~2,5% dari total adonan, masing-masing. Selain itu, proses perebusan dalam pematangan adonan bakso mampu menurunkan kadar proten yang terlarut dalam air. Penelitian Permatasari et al. (2024) menunjukkan ketidak tercapaian protein pada bakso analog berbasis jamur tiram dan kacang bogor. Hal ini disebabkan karena proses perebusan saat pemasakan bakso dapat melarutkan jenis protein larut air sehingga menurunkan kadar protein dalam bakso pati termodifikasi. Selain itu, protein jamur tiram dan telur ayam dapat mengalami denaturasi selama proses pengolahan. Namun demikian, jamur tiram memiliki protein dengan kualitas asam amino yang baik sehingga dapat digunakan sebagai alternatif protein hewani (Effiong *et al.*, 2023). Ayuso et al. (2025) menyebutkan bahwa kandungan *crude protein* pada jamur tiram berada pada rentang 17,06-23,90 gram per 100 gram berat basah.

6. Kadar Karbohidrat

Pengujian kadar karbohidrat dihitung secara *by difference* bertujuan untuk mengetahui presentase karbohidrat melalui selisih dari komponen proksimat lainnya (kadar air, abu, lemak dan protein). Hasil perhitungan kadar karbohidrat bakso pati termodifikasi disajikan pada berada pada Tabel 2. Data penelitian menunjukkan bahwa kadar karbohidrat bakso pati termodifikasi tidak berbeda nyata ($p>0,05$) antar perlakuan. Kadar karbohidrat bakso pati termodifikasi tertinggi yaitu pada rasio pati ganyong termodifikasi dan pati sagu termodifikasi 20:80 (F2) sebesar 22,82%. Sementara itu, kadar karbohidrat terendah yaitu pada rasio pati ganyong termodifikasi dan pati sagu termodifikasi 10:90 (F3) 19,79%.

Kadar karbohidrat yang tidak signifikan antar perlakuan disebabkan proporsi bahan sumber karbohidrat yang relatif serupa. Hal ini sejalan dengan penelitian Habib dan Kusumayanti, (2024) yang menggunakan pati garut dan mocaf pada beras analog yang menunjukkan tidak berbeda nyata ($p>0,05$) kadar karbohidrat untuk semua formulasi yang disebabkan bahan utama yang mengandung kadar pati yang dominan. Pati *native* ganyong mengandung karbohidrat mencapai 80,05% (Hidayat *et al.*, 2024) dan pati *native* sagu mencapai 92,3% (Suripatty *et al.*, 2024).

7. Tekstur

Pengujian tekstur dilakukan menggunakan alat *Texture Profile Analyzer* (TPA) yang bertujuan untuk mengetahui karakteristik *hardness* (gf). Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) kekenyalan menjadi salah satu parameter mutu bakso daging kombinasi. Hasil dari pengujian tesktur produk bakso pati termodifikasi menunjukkan nilai *hardness* dalam rentang 561,34–1850,58 gf (Tabel 2). Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa rasio penambahan pati ganyong termodifikasi dan pati sagu termodifikasi memberi pengaruh signifikan ($p<0,05$) terhadap nilai *hardness* bakso pati termodifikasi. Formulasi 4 (F4) memiliki nilai

hardness tertinggi, yaitu 1850,58 gf yang mengindikasikan tekstur bakso paling keras dibanding F1 dengan nilai 561,34 gf (paling rendah).

Penurunan tekstur seiring meningkatnya penggunaan pati sagu termodifikasi diduga berkaitan dengan karakteristik fungsional pati sagu yang menghasilkan gel lebih lunak dan kurang padat (Sarungallo et al., 2021) dibandingkan pati ganyong termodifikasi. Selain itu, kemampuan swelling dan retensi air yang tinggi pada pati sagu menyebabkan matriks adonan menjadi lebih plastis dan kurang kompak. Jika dibandingkan dengan pati ganyong yang memiliki kecenderungan kandungan amilosa lebih tinggi, pati sagu memberikan kontribusi yang lebih rendah terhadap pembentukan struktur gel yang kuat sehingga nilai kekerasan produk menurun seiring peningkatan proporsinya.

Nilai *hardness* merupakan parameter yang menunjukkan besarnya gaya maksimum yang diperlukan untuk menekan bahan hingga terjadi perubahan bentuk. Peningkatan nilai *hardness* mengindikasikan bahwa tekstur produk yang lebih padat dan kompak (Khotimah *et al.*, 2024). Penelitian Dinçer et al. (2018) pada produk bakso sapi dengan tepung retrogradasi diperoleh nilai *hardness* 2039,43-3059,14 gf yang mana peningkatan nilai *hardness* berbanding lurus dengan bertambahnya tepung retrogradasi. Pada penelitian ini menunjukkan bahwa produk bakso pati termodifikasi memiliki tekstur cenderung lunak yang ditunjukkan dengan nilai *hardness* yang lebih rendah dibandingkan nilai *hardness* pada bakso daging. Tekstur produk yang cukup lemah dipengaruhi oleh faktor bahan pengisi yang kurang kompak dan padat, seperti penggunaan daging pada bakso.

8. Uji Daya Kembang

Uji daya kembang dengan mengukur diameter bakso sebelum dan setelah proses pemasakan bertujuan untuk mengetahui kemampuan mengembang bakso. Hasil dari pengujian produk menunjukkan peningkatan ketebalan dalam rentang 18,97–20,21% (Tabel 2). Hasil analisis data menunjukkan bahwa rasio penambahan pati ganyong termodifikasi dan pati sagu termodifikasi tidak berpengaruh signifikan (p>0,05) terhadap daya kembang bakso. Daya kembang paling tinggi dan paling

Tabel 2. Hasil analisis fisik dan kimia bakso berbasis pati ganyong termodifikasi dan pati sagu termodifikasi

Perlakuan Rasio pati ganyong termodifikasi : pati sagu termodifikasi	Kadar RS (%)	Kadar air (%)	Kadar abu (%)	Lemak (%)	Protein (%)	Karbohidrat (%)	Daya Kembang (%)	Tekstur (gf)
F1 (30:70)	$12.39^{d} \pm 0.05$	$68.90^{a} \pm 0.33$	$1.73^{bc} \pm 0.01$	$4.17^{b} \pm 0.36$	$3.21^{a} \pm 0.21$	$22.00^{b} \pm 0.24$	$18.97^{a} \pm 0.56$	$561.34^{a} \pm 13.85$
F2 (20:80)	$12.08^{c} \pm 0.05$	$68.35^{a} \pm 0.41$	$1.65^{ab} \pm 0.02$	$3.97^{b} \pm 0.13$	$3.22^{a} \pm 0.14$	$22.82^{b} \pm 0.11$	$19.53^{a} \pm 0.19$	$727.47^{b} \pm 72.22$
F3 (10:90)	$11.76^{b} \pm 0.05$	$69.88^{b} \pm 0.04$	$1.79^{c} \pm 0.05$	$3.86^{b} \pm 0.21$	$3.81^{b} \pm 0.10$	$19.79^{a} \pm 0.47$	$19.70^{a} \pm 0.04$	$717.18^{b} \pm 112.27$
F4 (0:100)	$11.45^{a} \pm 0.05$	$69.72^{b} \pm 0.25$	$1.60^{a} \pm 0.06$	$2.18^{a} \pm 0.20$	$4.69^{c} \pm 0.25$	$22.70^{b} \pm 0.42$	$20.21^{a} \pm 0.44$	$1918.53^{c} \pm 127.44$

Note:
Rerata±SD yang diikuti oleh huruf kecil yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata (p<0,05) berdasarkan uji lanjut Duncan.
^{a,b,c,d} mengindikasikan nilai menunjukkan perbedaan signifikan (p<0,05) antar perlakuan.

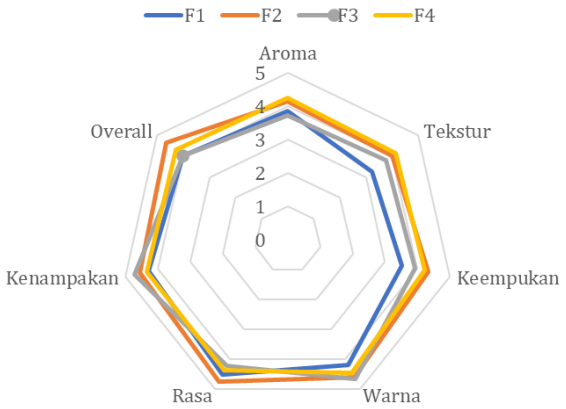
rendah ditunjukkan pada F4 (20,21%) dan F1 (18,97%), masing-masing.

Perbedaan rasio pati ganyong termodifikasi dan pati sagu termodifikasi diduga mempengaruhi daya kembang melalui kemampuan granula pati dalam mengikat air dan membentuk gel. Pati ganyong termodifikasi memberikan struktur yang lebih stabil yang dapat menurunkan *swelling power* (Dini, 2026). Sedangkan pati sagu termodifikasi membentuk gel yang akan mempengaruhi perubahan diameter dan ketebalan selama pemasakan (Du *et al.*, 2020). Pati resisten tipe III yang terkandung lebih tinggi pada pati ganyong termodifikasi cenderung memiliki daya kembang lebih rendah karena struktur kristalin hasil retrogradasi lebih stabil dan resisten, sehingga granula pati berkurang dan menjadi mudah hidrasi (Baptista *et al.*, 2024).

9. Uji Organoleptik

Data uji organoleptik bakso pati termodifikasi disajikan pada Gambar 2. Hasil pengujian organileptik pada tiap parameter meliputi aroma, tekstur, kekenyalan, warna, rasa, kenampakan, dan *overall* memberikan pengaruh tidak berbeda nyata (p>0,05) antar perlakuan. Namun, bentuk dan luas kurva pada tiap perlakuan menunjukkan luas yang sedikit berbeda sehingga menunjukkan tingkat penerimaan panelis. Secara umum, data pada Gambar 1 menunjukkan adanya kecenderungan bahwa peningkatan proporsi pati sagu termodifikasi menghasilkan nilai organoleptik yang semakin baik. Namun demikian, penambahan pati ganyong termodifikasi dengan pati sagu termodifikasi khususnya F2 (20:80), menunjukkan kurva paling luas pada parameter keempukan, rasa, dan overall sedangkan F3 (10:90) unggul pada parameter kenampakan dan warna. Hal ini mengindikasikan bahwa formulasi kedua pati termodifikasi memberikan keseimbangan karakteristik organoleptik yang baik.

Berdasarkan parameter aroma, F4 (0:100) menunjukkan nilai daya terima paling tinggi yaitu 4,24 (sedikit suka) dibandingkan dengan rasio lainnya (p>0,05). Hal ini kemungkinan disebabkan oleh sifat netral pati sagu yang tidak mengganggu aroma khas produk (Palijama, 2025). Selain itu, penggunaan pati ganyong juga tidak menunjukkan dampak signifikan terhadap aroma, sejalan dengan penelitian Lestari (2019) yang menunjukkan bahwa substitusi pati ganyong tidak memiliki perubahan yang signifikan terhadap aroma produk pangan. Oleh karena itu, perbedaan nilai evaluasi parameter aroma pada produk bakso jamur lebih dipengaruhi oleh faktor lain, seperti aroma bahan utama, penggunaan bumbu dan rempah, proses pengolahan seperti perebusan atau pemanasan, serta interaksi antar bahan selama proses yang dapat menciptakan senyawa volatil yang menentukan aroma produk.



Gambar 1. *Spider web* nilai organoleptik pada semua parameter bakso pati termodifikasi

Berdasarkan parameter tekstur, tidak terdapat perbedaan signifikan (p>0,05) antar perlakuan, namun perlakuan dengan nilai tertinggi didapatkan pada F4, rerata tingkat kesukaan panelis berada pada nilai 4,15 (sedikit suka). Hal ini didukung dengan hasil uji texture yang mana perlakuan F4 memiliki nilai *hardness* mendekati bakso daging. Pati sagu *native* mengandung amilopektin lebih tinggi dibandingkan pati ganyong *native* sehingga berdampak pada kualitas tekstur bakso pati tergmodifikasi dengan meningkatkan kekuatan gel dan kekenyalan terhadap tekstur bakso (Ujianti *et al.*, 2022). Selain itu, amilopektin sulit mengalami pemutusan ikatan antar molekulnya sehingga pati sagu termodifikasi masih memiliki fungsi membentuk gel yang kokoh dan padat, menghasilkan tekstur yang lebih solid dan halus. Ini tersebut mempengaruhi daya serap air dan meningkatkan kekompakan serta elastisitas bakso (Ujianti *et al.*, 2022). Di sisi lain, pati ganyong cenderung menghasilkan tekstur yang lebih lembut karena memiliki kemampuan menyerap air yang tinggi akibat kandungan amilosa yang sedikit lebih tinggi

dibandingkan pati sagu *native* (Lidiasari *et al.*, 2023).

Sejalan dengan tekstur, parameter keempukan juga menunjukkan tidak ada beda nyata (p>0,05) antar perlakuan. Formulasi 2 (F2) memiliki nilai keempukan paling tinggi (4,33, sedikit suka) dibandingkan perlakuan lainnya. Hal ini mengindikasikan bahwa penggunaan pati sagu secara penuh tidak selalu menghasilkan kekenyalan optimal dan cenderung menghasilkan gel yang terlalu kuat dan tekstur yang lebih keras (Ujianti *et al.*, 2022), melainkan penambahan pati ganyong dalam jumlah tertentu justru memberikan efek penyeimbang sehingga menghasilkan tekstur yang lebih elastis dan tidak terlalu keras karena kemampuannya dalam menyerap air dan fleksibilitas struktur gel; mengurangi kekakuan akibat dominasi amilopektin (Lidiasari *et al.*, 2023).

Pada parameter warna, perbandingan antar formulasi menunjukkan tidak ada beda nyata (p>0,05). Formulasi 2 (F2) dan F3 memiliki nilai yang sama dan lebih tinggi dibandingkan formulasi lainnya (4,67, sedikit suka). Hal ini menunjukkan bahwa variasi komposisi pati termodifikasi memberikan pengaruh terhadap karakteristik warna bakso, kombinasi pati ganyong dan pati sagu mampu menghasilkan warna yang lebih menarik melalui keseimbangan tingkat kecerahan dan warna alami bakso (Picauly *et al.*, 2017). Pati sagu termodifikasi memiliki warna putih cerah sedangkan pati ganyong termodifikasi memiliki warna coklat terang, sehingga menghasilkan tampilan yang lebih natural dan disukai panelis. Pati sagu *native* umumnya berwarna putih cerah, sedangkan pati ganyong *native* cenderung memiliki warna kekuningan hingga keabu-abuan dengan tingkat kecerahan sedang (Picauly *et al.,* 2017; Erezka *et al.,* 2018). Menurut Fang et al. (2025), proses termal selama gelatinisasi pati memicu terjadinya karamelisasi, sehingga mengubah warna putih asli pati menjadi cenderung coklat.

Bakso termodifikasi pada parameter rasa menunjukkan tidak ada beda nyata (p>0,05) antar perlakuan. Formulasi 2 (F2) menunjukkan nilai organoleptik paling tinggi yaitu 4,76 (sedikit suka) dibandingkan perlakuan lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa keseimbangan komposisi kedua pati memberikan cita rasa yang paling optimal, dimana modifikasi pati tidak merubah karakteristik rasa pati *native*. Pati sagu tidak memiliki rasa yang menonjol sehingga tidak mengganggu cita rasa utama bakso (Polnaya dan Breemer, 2016). Sementara itu, pati ganyong *native* dalam jumlah terbatas memberikan kontribusi *flavor* yang dapat memperkaya cita rasa produk melalui interaksi antar komponen bahan dalam membentuk cita rasa dan memberikan variasi organoleptik yang dapat meningkatkan daya terima panelis (Polnaya dan Breemer, 2016; Haliza dan Purwani, 2022). Namun, penggunaan pati ganyong *native* dalam jumlah berlebihan dapat memberikan rasa khusus yang kurang disukai akibat dominasi karakteristik bahan yang memengaruhi keseimbangan rasa (Haliza dan Purwani, 2022).

Pada parameter kenampakan menunjukkan tidak ada beda nyata (p>0,05) antar perlakuan. Formulasi 2 (F2) dengan nilai 4,55 dan F3 dengan nilai 4.70 menunjukkan nilai yang lebih tinggi dibandingkan formulasi lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa rasio pati ganyong termodifikasi yang sedikit (10%) dan pati sagu termodifikasi yang dominan (90%) memiliki tingkat penerimaan panelis yang lebih baik dilihat dari tampilan bakso. Pati ganyong termodifikasi dan pati sagu termodifikasi pada F3 memiliki warna yang sama seperti produk bakso pada umumnya. Interaksi antara warna, tekstur, dan struktur permukaan menghasilkan tampilan produk yang lebih seragam dan menarik dipengaruhi oleh kombinasi karakteristik warna dan kecerahan bahan (Polnaya dan Breemer, 2016; Erezka *et al.,* 2018).

Parameter *overall* sebagai representasi penerimaan total menunjukkan tidak ada beda nyata (p>0,05) antar perlakuan. Formulasi 2 (F2) memiliki nilai tertinggi 4,67 (sedikit suka) dibandingkan perlakuan lainnya. Hal ini juga dapat dilihat bahwa F2 memiliki area kurva paling luas dan menjadi kombinasi terbaik dari seluruh atribut organoleptik yang dinilai panelis karena mampu memberikan keseimbangan karakteristik produk yang paling optimal, dimana keseimbangan antara tekstur, kekenyalan, rasa, dan kenampakan menjadi faktor utama dalam menentukan tingkat penerimaan yang saling berinteraksi dalam membentuk persepsi organoleptik secara menyeluruh, sehingga menghasilkan produk yang paling disukai dibandingkan formulasi lainnya.

SIMPULAN

Penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa variasi rasio pati ganyong termodifikasi dan pati sagu termodifikasi memberikan pengaruh signifikan ($p<0,05$) terhadap karakteristik fisikokimia bakso yang meliputi kadar pati resisten, kadar air, abu, lemak, protein, tekstur, dan daya kembang, namun tidak memberikan pengaruh nyata terhadap karakteristik organoleptik. Peningkatan proporsi pati ganyong termodifikasi cenderung meningkatkan kadar pati resisten, sedangkan peningkatan pati sagu termodifikasi berkontribusi pada perbaikan tekstur dan daya kembang. Formulasi terbaik secara keseluruhan diperoleh pada F2 (20:80) yang menunjukkan keseimbangan antara karakteristik fisikokimia dan tingkat penerimaan panelis.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini mengindikasikan kombinasi pati lokal termodifikasi melalui metode *autoclaving-cooling* berpotensi meningkatkan nilai fungsional bakso, khususnya dalam peningkatan kandungan pati resisten.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada Universitas Al-Azhar Indonesia atas bantuan pendanaan melalui hibah riset internal skema Competitive Research Grant (CRG) tahun 2025. Serta, program studi Teknologi Pangan yang terus mendorong riset kolaborasi antara mahasiswa dan dosen sehingga menghasilkan luaran berupa publikasi ilmiah yang dapat memberikan manfaat untuk dunia akademik.

DAFTAR PUSTAKA

Afrianto, R., Restuhadi, F. dan Zalfiatri, Y. (2017) Analisis Pemetaan Kesukaan Konsumen pada Produk Bolu Kemojo di Kalangan Mahasiswa Fakultas Pertanian Universitas Riau, *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Fakultas Pertanian (FAPERTA)*, 4 (2), pp. 1–15.

AOAC (2005) *Official Method of Analysis of The Association of Official Analytical of Chemist.* . 18th Edition. AOAC International.

Ayuso, P., Quizhpe, J., Peñalver, R., García-Pérez, P. and Nieto, G. (2025) Green Valorization Strategies of Pleurotus ostreatus and Its By-Products: A Critical Review of Emerging Technologies and Sustainable Applications, *Molecules*.

Baptista, N. T., Dessalles, R., Illner, A. K., Ville, P., Ribet, L., Anton, P. M. and Durand-Dubief, M. (2024) Harnessing the power of resistant starch: a narrative review of its health impact and processing challenges, *Frontiers in Nutrition*.

Birt, D. F., Boylston, T., Hendrich, S., Jane, J. L., Hollis, J., Li, L., *et al.* (2013) Resistant starch: Promise for improving human health, *Advances in Nutrition*.

Dainty, S. A., Klingel, S. L., Pilkey, S. E., McDonald, E., McKeown, B., Emes, M. J. and Duncan, A. M. (2016) Resistant starch bagels reduce fasting and postprandial insulin in adults at risk of type 2 diabetes, *Journal of Nutrition*, 146 (11).

Dewi, R. K., Bintoro, M. H. dan Sudradjat, D. (2016) Karakter Morfologi dan Potensi Produksi Beberapa Aksesi Sagu (Metroxylon spp.) di Kabupaten Sorong Selatan, Papua Barat, *Jurnal Agronomi Indonesia (Indonesian Journal of Agronomy)*, 44 (1).

Dinçer, E. A., Büyükkurt, Ö. K., Candal, C., Bilgiç, B. F. and Erba, M. (2018) Investigation of the usability of retrograded flour in meatball production as a structure enhancer, *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 38 (1).

Dini, C. (2026) Edible Canna Starch: A Comprehensive Review of It's Characteristics Related to Food Uses, *Exploration of Foods and Foodomics*, 4.

Du, C., Jiang, F., Jiang, W., Ge, W. and Du, S. kui (2020) Physicochemical and structural properties of sago starch, *International Journal of Biological Macromolecules*, 164.

Effiong, M. E., Umeokwochi, C. P., Afolabi, I. S. and Chinedu, S. N. (2023) Assessing the nutritional quality of Pleurotus ostreatus (oyster mushroom), *Frontiers in Nutrition*, 10.

Erezka, V. C., Muflihati, I., Nurlaili, E. P. and Ferdiansyah, M. K. (2018) Karakteristik Pati Ganyong Termodifikasi Melalui Iradiasi UV-C (Ultraviolet C) dan Hidrolisis Asam Laktat, *Jurnal Teknologi Pertanian Andalas*, 22 (2).

Fang, H., Wang, L., Chen, Y., Wang, Z., Wang, X. and Wang, S. (2025) Analysis of the Physicochemical and Structural

Properties of Chestnut Starch After Thermal Processing, *Foods*, 14 (7).

Faridah, D. N., Silitonga, R. F., Indrasti, D., Afandi, F. A., Jayanegara, A. and Anugerah, M. P. (2022) Verification of autoclaving-cooling treatment to increase the resistant starch contents in food starches based on meta-analysis result, *Frontiers in Nutrition*, 9, pp. 904700.

Habib, M. dan Kusumayanti, H. (2024) Pembuatan beras analog dari Pati Garut dengan penambahan bahan fungsional, *Jurnal Global Ilmiah*, 1 (4).

Haliza, W. dan Purwani, E. Y. (2022) Penggunaan Mixture Design dalam Formulasi Kukis Bebas Gluten dari Pati Sagu, Pasta Ubi Jalar dan Kacang Hijau, *Informatika Pertanian*, 31 (1).

Han, F., Wang, Y., Zhang, H. and Zhang, S. (2025) Physicochemical properties of Alisma starch, *Frontiers in Nutrition*, 12.

Haque, A., Ahmad, S., Adnan, M., Khan, M. I., Ashraf, S. A. and Azad, Z. R. A. A. (2024) Fortification of conventional Buffalo meat sausage with ash gourd peel enhances shelf life, nutritional, functional and microstructural characteristics, *NFS Journal*, 35.

Hidayat, J. P., Munfarida, S. and Hariyadi, A. (2024) Modified ganyong (Canna edulis Kerr.) starch prospective as wheat flour alternative, *Food Research*, 8.

Hou, C., Wang, W., Song, X., Wu, L. and Zhang, D. (2019) Effects of drying methods and ash contents on heat-induced gelation of porcine plasma protein powder, *Foods*, 8 (4).

Khoirunnisah, F. M., Aji, A. S., Saloko, S., Aprilia, V., Sailendra, N. V., Djidin, R. T. S. and Rahmawati, S. (2024) The Effect of Cooking Techniques on the Texture and Color of Analog Rice Made from Sorghum, Mocaf, Glucommanan, and Moringa Flour, *Amerta Nutrition*, 8 (4).

Khotimah, K., Kusumaningrum, I. dan Afiah, R. N. (2024) Profil tekstur dan uji hedonik bakso ikan lele dengan penambahan tepung ubi kelapa (Dioscorea alata), *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 27 (8).

Lestari, A. P. (2019) Pengaruh Subtitusi Pati Ganyong dan Jenis Lemak Pelapis (Layering Fat) Terhadap Mutu Organoleptik Kulit Bakpia Kering, *E-Journal Tata Boga*, 8 (1).

Lidiasari, E., Tarigan, I., Hamzah, B., Panggabean, T. dan Parwiyanti, P. (2023) Rasio Tepung Sagu (Metroxylon sagu Rottb) dan Pati Ganyong (Canna discolor) Terhadap Karakteristik Pempek Ikan Rucah, *Jurnal FishtecH*, 12 (1).

Liu, H., Gao, S., Tian, G., Zhang, S. and Liu, S. (2024) Comparative study: how dry heating treatment and annealing influence the multi-structure, physicochemical properties and in vitro digestibility of black highland barley starch, *Frontiers in Nutrition*, 11.

Marume, A., Chidoko, E. and Chirenda, J. (2025) Dietary interventions and glycaemic control in type 2 diabetes: A systematic review and meta-analysis, *Journal of Public Health in Africa*, 16 (1).

Meng, X., Wu, D., Zhang, Z., Wang, H., Wu, P., Xu, Z., Gao, Z., Mintah, B. K. and Dabbour, M. (2022) An overview of factors affecting the quality of beef meatballs: Processing and preservation, *Food Science and Nutrition*.

Muchsiri, M., Sylviana, S. dan Rendi, M. (2021) Pemanfaatan Pati Ganyong sebagai Subtitusi Tepung Tapioka pada Pembuatan Pempek Ikan Gabus (Channa striata), *Edible: Jurnal Penelitian Ilmu-Ilmu Teknologi Pangan*, 10 (1), pp. 17–19.

Mukti, A. and Husin, H. (2024) Analisis Kadar Proksimat pada Pati Sagu (Metroxylon Sp.) di Unit Pengolahan Sagu Kecamatan Simeulue Barat Kabupaten Simeulue, *Jurnal Pertanian Agros*. Vol. 26.

Nayak, N. K. and Pathak, V. (2023) Comparative Study of Different Fat Replacer in the Development of Low Fat Chevon Patties, *Asian Journal of Dairy and Food Research*, 42 (3).

Nugroho, W. Y., Hardianto, Y. D. and Rahayu, P. P. (2025) Physicochemical characteristics of beef meatballs fortified with edamame flour (Glycine max (L.) Merrill), *Jurnal Teknologi & Industri Hasil Pertanian* , 30 (2), pp. 123–132.

Palijama, S. (2025) Evaluasi Mutu Sensoris Makanan Jajanan Berbahan Dasar Sagu Menggunakan Uji Hedonik dan Uji Mutu Hedonik, *Jurnal Agrosilvopasture-Tech*, 4 (2).

Parwiyanti, P. (2020) *Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal ke-8 Tahun 2020*.

Permatasari, I., Tiana, T. F. dan Nurhalimah, S. (2024) Karakteristik Kimia dan Sensori Bakso Analog Berbahan Dasar Jamur Tiram dengan Penambahan Tepung Kacang Bogor, *Jurnal Ilmiah Pangan Halal*, 6 (1). DOI:10.30997/jiph.v6i1.10993.

Picauly, P., Damamain, E. and Polnaya, F. J. (2017) Karakteristik Fisiko-Kimia dan Fungsional Pati Sagu Ihur Termodifikasi Dengan Heat Moisture Treatment, *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 28 (1).

Polnaya, F. J. dan Breemer, R. (2016) Karakteristik Sifat-sifat Kimia dan Organoleptik Kue Kering Berbahan Dasar Pati Sagu, Ubi Kayu, Ubi Jalar dan Keladi, *AGRITEKNO: Jurnal Teknologi Pertanian*, 5 (1). DOI:10.30598/jagritekno.2016.5.1.1.

Pratiwi, Y., Rahim, A., Gatot, D. dan Hutomo, S. (2016) Karakteristik Fisik dan Kimia Mie Antioksidan dari Pati Sagu dengan Ekstrak Kulit Buah Naga Merah, *J. Agrotekbis*, 4 (5), pp. 553–558.

Pugh, J. E., Cai, M., Altieri, N. and Frost, G. (2023) A comparison of the effects of resistant starch types on glycemic response in individuals with type 2 diabetes or prediabetes: A systematic review and meta-analysis, *Frontiers in Nutrition*.

Rosania, S. P., Sukardi, S. dan Winarsih, S. (2023) Pengaruh Proporsi Penambahan Pati Ganyong (Canna edulis Ker.) Terhadap Sifat Fisiko Kimia Serta Tingkat Kesukaan Cookies, *Food Technology and Halal Science Journal*, 5 (2).

Rozali, Z. F., Purwani, E. Y., Iskandriati, D., Palupi, N. S. dan Suhartono, M. T. (2018) Potensi Pati Resisten Beras sebagai Bahan Pangan Fungsional, *Jurnal Pangan*, 27 (3).

Salami, A., Bankole, F. and Salako, Y. (2017) Nutrient and Mineral Content of Oyster Mushroom (Pleurotus florida) Grown on Selected Lignocellulosic Substrates, *Journal of Advances in Biology & Biotechnology*, 15 (1), pp. 1–7.

Sarungallo, Z. L., Santoso, B. and Puspita, A. M. (2021) Physicochemical and functional properties of spineless, short-spines, and long-spines sago starch, *Biodiversitas*, 22 (1).

Shoukat, R., Cappai, M., Pilia, L. and Pia, G. (2025) Rice Starch Chemistry, Functional Properties, and Industrial Applications: A Review, *Polymers*.

Silitonga, R. F., Faridah, D. N., Indrasti, D., Afandi, F. A. dan Jayanegara, A. (2021) Kadar Pati Resisten Pangan Tinggi Karbohidrat Hasil Autoclaving-Cooling 2 Siklus: Studi Meta-Analisis, *Warta Industri Hasil Pertanian*, 38 (1), pp. 79–88.

Soler, A., Velazquez, G., Velazquez-Castillo, R., Morales-Sanchez, E., Osorio-Diaz, P. and Mendez-Montealvo, G. (2020) Retrogradation of autoclaved corn starches: Effect of water content on the resistant starch formation and structure, *Carbohydrate Research*, 497, pp. 108137.

Sumardiono, S., Cahyono, H., Jos, B., Pudjihastuti, I., Yafiz, A. M. and Rachmasari, M. (2021) Physicochemical properties of sago ozone oxidation: The effect of reaction time, acidity, and concentration of starch, *Foods*, 10 (6).

Suripatty, B. A., Lewerissa, E., Utomo, P. M., Lekitoo, K., Noya, J., Komendi, Y., *et al.* (2024) Varietal Diversity and Nutritional Analysis of Sago Starch (Metroxylon Sago Rottb) in Kainui, Papua, *International Journal of Design and Nature and Ecodynamics*, 19 (1).

Threapleton, D. E., Greenwood, D. C., Evans, C. E. L., Cleghorn, C. L., Nykjaer, C., Woodhead, C., Cade, J. E., Gale, C. P. and Burley, V. J. (2013) Dietary fibre intake and risk of cardiovascular disease: Systematic review and meta-analysis, *BMJ (Online)*.

Ujianti, R. M. D., Muflihati, I., Umiyati, R. dan Natalia, R. (2022) Pengaruh Jenis Pati dan Konsentrasi Karagenan Terhadap Karakteristik Fisikokimia Bakso Ikan Patin (Pangasius hypophthalmus), *Jurnal Kelautan Dan Perikanan Terapan (JKPT)*, 5 (1).

Waluyo, Pranoto, Y., Sardjono dan Marsono, Y. (2021) Peningkatan Pati Resisten dan Karakteristik Tepung Kacang Merah (Phaseolus vulgaris L.) Pratanak Metode Kombinasi Pengukusan, Oven Microvawe, Autoclav dan Pendinginan, *Jurnal Nutrisia*, 23 (1), pp. 32–43.

Wang, Y., Chen, J., Song, Y. H., Zhao, R., Xia, L., Chen, Y., *et al.* (2019) Effects of the resistant starch on glucose, insulin, insulin resistance, and lipid parameters in overweight or obese adults: a systematic

review and meta-analysis, *Nutrition and Diabetes*.

Wang, Z., Wang, S., Xu, Q., Kong, Q., Li, F., Lu, L., Xu, Y. and Wei, Y. (2023) Synthesis and Functions of Resistant Starch, *Advances in Nutrition*.