

PENGARUH PENAMBAHAN TEPUNG DAUN KELOR (*MORINGA OLEIFERA*) TERHADAP KADAR PROTEIN, RENDEMEN, DAN TINGKAT KESUKAAN KONSUMEN PADA BAKSO AYAM BERBASIS TEPUNG TEMPE

Annisa Assalafiyah Mukarromah^{1*}, Athiefah Fauziyyah²

^{1,2}*Program Studi Teknologi Pangan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Terbuka Jalan Pondok
Cabe Raya Ciputat, Tangerang Selatan, 15418, Indonesia*

**Penulis korespondensi: ichafyh@gmail.com*

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh penambahan tepung daun kelor (*Moringa oleifera*) terhadap kadar protein, rendemen, dan tingkat kesukaan panelis pada bakso ayam berbasis tepung tempe. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu faktor dengan empat taraf perlakuan, yaitu penambahan tepung daun kelor sebesar 0% (P0), 3% (P1), 6% (P2), dan 9% (P3), masing-masing diulang tiga kali. Tingkat kesukaan produk diuji menggunakan 30 panelis tidak terlatih, yang kemudian datanya dianalisis menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) pada taraf nyata 5% ($\alpha = 0,05$) serta dilanjutkan dengan *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT), di mana hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan tepung daun kelor berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap kadar protein, rendemen, dan tingkat kesukaan panelis, dengan perlakuan P3 menghasilkan kadar protein serta rendemen tertinggi masing-masing sebesar 17,22% dan 88,45%, sedangkan perlakuan P0 menghasilkan skor kesukaan keseluruhan tertinggi sebesar 6,37. Formulasi perlakuan P1 dengan konsentrasi 3% meningkatkan kadar protein serta rendemen dibandingkan kontrol, menghasilkan tingkat kesukaan keseluruhan yang tidak berbeda nyata dari P0, sehingga layak dipertimbangkan sebagai formula terbaik yang menyeimbangkan peningkatan nilai gizi dengan penerimaan panelis.

Kata kunci: bakso ayam, tepung daun kelor, protein, rendemen, uji hedonik

1 PENDAHULUAN

Bakso merupakan makanan favorit masyarakat Indonesia karena praktis dan mudah ditemukan serta rasanya familiar di berbagai kalangan. Produk ini diolah dari campuran daging dan tepung serta bumbu lalu direbus hingga matang. Seiring perkembangan teknologi pangan olahan bakso mulai dikembangkan untuk meningkatkan nilai gizi serta memanfaatkan bahan pangan lokal bernilai tinggi tanpa mengabaikan cita rasa produk (Abidin et al., 2025). Bakso ayam cukup banyak diminati masyarakat karena harga daging ayam lebih ekonomis dibandingkan daging sapi dan kandungan proteinnya lebih tinggi sehingga dianggap baik sebagai sumber protein hewani. Daging ayam memiliki kandungan asam amino esensial yang lengkap dan proteinnya juga lebih mudah dicerna tubuh, sehingga baik untuk membantu pertumbuhan serta memperbaiki jaringan tubuh (Rinjani et al., 2025).

Kandungan protein yang cukup tinggi pada bakso ayam berbanding terbalik dengan kadar serat, vitamin, mineral serta senyawa bioaktif yang masih minim, sehingga produk pangan ini belum optimal diolah menjadi komoditas fungsional bernilai kesehatan tinggi, maka pemanfaatan bahan pangan lokal bergizi kini terus dioptimalkan guna meningkatkan mutu, menambah nilai guna, serta mendukung diversifikasi pangan yang berkelanjutan (Nendissa et al., 2024).

Daun kelor merupakan bahan pangan lokal yang potensial sebagai fortifikan pada bakso ayam karena kaya akan protein dan vitamin serta mineral maupun kalsium hingga zat besi dan antioksidan sehingga sering dimanfaatkan dalam berbagai produk olahan untuk meningkatkan nilai gizi melalui kandungan senyawa bioaktifnya (Nugrahani et al., 2021). Penggunaan tepung daun kelor pada olahan berbasis daging terbukti memengaruhi karakteristik fisik serta tingkat penerimaan konsumen di mana penambahan konsentrasi yang lebih tinggi secara progresif meningkatkan intensitas warna hijau dan memperkuat aroma khas kelor pada produk bakso (Alfath et al., 2022). Beberapa penelitian juga menyebutkan bahwa penggunaan tepung daun kelor pada jumlah tertentu mampu memengaruhi tekstur, warna maupun kualitas organoleptik bakso sekaligus membantu mempertahankan mutu produk karena adanya kandungan antioksidan (Nahak et al., 2021; Windyasmara et al., 2024).

Selain kelor tepung tempe yang kaya akan protein nabati dan vitamin serta mineral hasil fermentasi kedelai yang mudah dicerna, dapat dimanfaatkan sebagai bahan substitusi dalam pembuatan bakso ayam sehingga penggunaannya dalam berbagai produk pangan olahan semakin banyak dilakukan. Penggunaan tepung dipilih karena lebih praktis diaplikasikan pada beragam produk pangan, serta lebih mudah dicampurkan ke dalam adonan. Tepung tempe memiliki kandungan gizi yang cukup tinggi sehingga berpotensi meningkatkan mutu berbagai produk pangan olahan termasuk bakso ayam (Lisdayana et al., 2025).

Pemanfaatan tepung tempe dalam formulasi bakso terbukti memengaruhi kadar protein serta karakteristik tekstur produk akhir yang kualitasnya ditentukan oleh rasio tepung tempe terhadap bahan pengikat dalam adonan (Amelia, 2025). Kombinasi tepung tempe dan tepung daun kelor diharapkan dapat menghasilkan bakso ayam dengan nilai gizi yang lebih tinggi tanpa menurunkan tingkat penerimaan konsumen. Tepung daun kelor diperkirakan dapat meningkatkan kadar protein sekaligus meningkatkan rendemen produk yang menunjukkan efisiensi proses pengolahan berdasarkan perbandingan antara berat akhir produk dan berat awal bahan yang digunakan.

Penggunaan tepung daun kelor dalam pembuatan bakso ayam tidak hanya mampu meningkatkan nilai nutrisi produk, tetapi juga memengaruhi karakteristik sensori meliputi warna, aroma, rasa, maupun tekstur serta berdampak pada kualitas kimia, fisik, organoleptik, kemampuan mengikat air, dan daya terima konsumen yang memerlukan ketelitian dalam penentuan konsentrasi penggunaannya (Djawa et al., 2021; Yulisriani et al., 2024; Handari & Sembiring, 2025).

Penelitian mengenai pengaruh tepung daun kelor (*Moringa oleifera*) pada bakso ayam berbasis tepung tempe masih sangat terbatas khususnya terkait kadar protein dan rendemen serta tingkat penerimaan konsumen sehingga informasi mengenai konsentrasi penambahan yang optimal untuk meningkatkan nilai gizi tanpa menurunkan tingkat kesukaan juga belum banyak ditemukan, oleh karena itu penelitian ini dilakukan untuk mengaji pengaruh penambahan tersebut terhadap kualitas produk yang dihasilkan.

2 METODE

2.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Pertanian Universitas Jenderal Soedirman pada tanggal 8 Mei 2026 sedangkan uji hedonik yang melibatkan 30 panelis tidak terlatih diselenggarakan di Acara Pembagian Sayur Gratis pada tanggal 12 Mei 2026, di lingkungan pasar pada tanggal 19 Mei 2026, serta di lingkungan rumah pada tanggal 20 Mei 2026.

2.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan terdiri dari timbangan digital, pisau, talenan, chopper, baskom, sendok, gelas ukur, wadah adonan, kompor, panci perebus, saringan, nampan, alat tulis, cawan,

oven pengering, alat destilasi Kjeldahl, buret, pipet ukur, labu Kjeldahl, erlenmeyer dan perlengkapan laboratorium lainnya.

Bahan yang digunakan terdiri dari daging ayam broiler segar, tepung tempe, tepung tapioka, tepung daun kelor (*Moringa oleifera*), telur ayam, bawang putih, lada bubuk, garam, es batu atau air es, serta bahan kimia untuk analisis protein seperti asam sulfat pekat (H_2SO_4), natrium hidroksida (NaOH), asam borat (H_3BO_3), indikator BCGMR, katalisator, dan larutan standar HCl.

2.3 Rancangan Percobaan

Penelitian ini menerapkan Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu faktor dengan perlakuan penambahan tepung daun kelor (*Moringa oleifera*) pada formulasi bakso ayam berbasis tepung tempe dalam empat taraf yaitu P0 sebesar 0%, P1 sebesar 3%, P2 sebesar 6%, serta P3 sebesar 9%, dengan masing-masing perlakuan diulang sebanyak tiga kali sehingga menghasilkan 12 satuan percobaan, sementara persentase penambahan tepung daun kelor tersebut ditetapkan berdasarkan berat daging ayam utama sebesar 200g pada setiap perlakuan, sehingga jumlah tepung daun kelor yang ditambahkan masing-masing adalah 0g untuk P0, 6g untuk P1, 12g untuk P2, serta 18g untuk P3 guna menjaga kesetaraan, keakuratan, dan konsistensi proporsi bahan utama.

Seluruh perlakuan menggunakan formulasi dasar seragam yang mencakup daging ayam, tepung tempe, tapioka, gula, garam, kaldu jamur, lada bubuk, bawang putih goreng, serta bawang merah goreng dan air es dengan komposisi bahan tetap, sedangkan jumlah tepung daun kelor divariasikan menurut taraf perlakuan, sehingga perbedaan karakteristik produk yang diamati berupa kadar protein, rendemen, dan tingkat kesukaan panelis dipengaruhi utamanya oleh variasi konsentrasi tepung daun kelor tersebut.

Tabel 1. Formulasi Bahan Bakso Ayam pada Setiap Perlakuan

Bahan	P0 (0%)	P1 (3%)	P2 (6%)	P3 (9%)
Daging ayam (g)	200	200	200	200
Tepung daun kelor (g)	0	6	12	18
Tepung tempe (g)	24	24	24	24
Tepung tapioka (g)	16	16	16	16
Gula (g)	2,5	2,5	2,5	2,5
Garam (g)	6	6	6	6
Kaldu jamur (g)	1,5	1,5	1,5	1,5
Lada bubuk (g)	1,5	1,5	1,5	1,5
Bawang putih goreng (g)	3	3	3	3
Bawang merah goreng (g)	4	4	4	4
Air es (g)	50	50	50	50

Keterangan: Persentase penambahan tepung daun kelor dihitung berdasarkan berat daging ayam (200 g).

Pemilihan konsentrasi tepung daun kelor merujuk pada penelitian terdahulu yang menyatakan bahwa penambahan sebesar 3–9% mampu meningkatkan karakteristik kimia produk, namun kadar yang lebih tinggi berpotensi memengaruhi sifat sensori seperti warna, aroma, rasa, dan tekstur (Djawa et al., 2021; Alfath et al., 2022; Yulisriani et al., 2024; Handari & Sembiring, 2025). Perlakuan P0 berfungsi sebagai kontrol tanpa penambahan bahan tersebut, sedangkan variasi P1, P2, dan P3 diterapkan untuk mengevaluasi pengaruh peningkatan takaran terhadap kadar protein, rendemen, dan tingkat kesukaan panelis.

Hipotesis penelitian adalah pengaruh penambahan berbagai konsentrasi tepung daun kelor pada bakso ayam berbasis tepung tempe diuji terhadap kadar protein, rendemen, dan tingkat kesukaan panelis menggunakan Analysis of Variance pada taraf nyata $\alpha = 0,05$,

sedangkan apabila terdapat perbedaan nyata antarperlakuan, pengujian dilanjutkan dengan Duncan's Multiple Range Test (DMRT).

2.4 Prosedur Pengujian

2.4.1 Proses Pembuatan Bakso Ayam

Proses pembuatan bakso ayam dilakukan melalui beberapa tahapan yaitu: (1) daging ayam segar dibersihkan dari lemak dan jaringan ikat kemudian dipotong kecil-kecil agar memudahkan proses penggilingan, (2) daging ayam digiling menggunakan chopper sampai halus, (3) menyiapkan bahan lain berupa tepung tempe dan tepung tapioka serta tepung daun kelor sesuai perlakuan telur ayam dan bawang putih halus serta lada hingga garam maupun air es, (4) seluruh bahan dicampurkan ke dalam daging ayam halus kemudian diaduk hingga membentuk adonan homogen dan elastis, (5) penggunaan air es dilakukan untuk menjaga suhu adonan agar protein daging tidak rusak selama proses pengadukan serta membantu pembentukan tekstur bakso yang kenyal (Rinjani et al., 2025), (6) adonan dibentuk bulat menggunakan tangan atau sendok, (7) bakso dimasukkan dalam air panas bersuhu 90–100°C hingga mengapung sebagai tanda produk matang, (8) bakso yang telah matang ditiriskan dan didinginkan, kemudian siap digunakan untuk pengujian kadar protein, rendemen, dan uji hedonik.

2.4.2 Uji Kadar Protein

Uji kadar protein dilakukan dengan cara mengukur kadar nitrogen dalam sampel, kemudian hasil kadar nitrogen dikonversi menjadi kadar protein menggunakan faktor konversi sebesar 6,25. Faktor tersebut digunakan karena protein pada umumnya mengandung sekitar 16% nitrogen sehingga hasil analisis nitrogen dapat menggambarkan kandungan protein bahan pangan (Nendissa et al., 2024).

Pengujian kadar nitrogen dilakukan menggunakan metode Kjeldahl dengan tahapan sebagai berikut: (1) sampel bakso dihaluskan, ditimbang sebanyak 0,2 gram dan dimasukkan ke dalam labu Kjeldahl, (2) ditambahkan katalis campuran sebanyak 0,7 gram yang terdiri atas CuSO_4 , K_2SO_4 , dan Selenium/ TiO_2 , (3) ditambahkan H_2SO_4 pekat sebanyak 3 ml kemudian dilakukan proses destruksi menggunakan pemanas hingga larutan berubah menjadi hijau jernih, (4) larutan didinginkan kemudian ditambahkan 10 ml akuades, (5) proses destilasi dilakukan dengan menambahkan larutan NaOH 40% sebanyak 17,5 ml, selanjutnya destilat ditampung dalam larutan asam borat yang telah ditambahkan indikator BCGMR sampai terjadi perubahan warna dari merah menjadi biru, (6) destilat kemudian dititrasi menggunakan larutan standar HCl 0,02 N sampai warna berubah dari biru menjadi merah muda, (7) volume titrasi dicatat kemudian digunakan untuk menghitung kadar nitrogen dan kadar protein sampel.

Perhitungan kadar protein dilakukan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Kadar Nitrogen (\%)} \\ = \frac{(\text{ml HCl} - \text{ml HCl Blanko}) \times \text{Normalitas HCl (0,02N)} \times 14,007}{\text{Berat Sampel (mg)}} \times 100\% \end{aligned}$$

$$\text{Kadar Protein (\%)} = \text{Kadar Nitrogen} \times \text{faktor konversi (6,25)}$$

Tingginya kadar protein mengindikasikan bahwa kualitas gizi bakso ayam yang dihasilkan semakin baik.

2.4.3 Uji Rendemen

Rendemen merupakan persentase hasil akhir produk setelah proses pengolahan dibandingkan dengan berat adonan awal sebelum dimasak. Nilai rendemen digunakan untuk

mengetahui efisiensi proses pengolahan dan kemampuan bahan dalam mempertahankan air serta padatan selama pemasakan.

Pengujian rendemen dilakukan dengan cara menimbang berat adonan bakso sebelum perebusan dan menimbang kembali berat bakso setelah matang dan ditiriskan. Nilai rendemen dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Rendemen (\%)} = \frac{\text{Berat Produk Akhir}}{\text{Berat Adonan Awal}} \times 100$$

Nilai rendemen yang tinggi mengindikasikan kehilangan bobot selama proses pemasakan relatif rendah dan kemampuan produk dalam mengikat air lebih baik (Abidin et al., 2025).

2.4.5 Uji Hedonik

Uji hedonik bakso ayam berbasis tepung tempe dengan penambahan tepung daun kelor dilakukan untuk mengukur tingkat kesukaan 30 panelis tidak terlatih dari kalangan mahasiswa serta masyarakat umum berdasarkan karakteristik organoleptik warna, aroma, rasa, tekstur, serta keseluruhan, dengan kriteria panelis meliputi usia minimal 17 tahun, kondisi sehat, tidak memiliki alergi bahan, tidak mengalami gangguan penciuman atau pengecap, dan bersedia mengikuti seluruh rangkaian pengujian.

Setiap sampel diberikan kode tiga digit secara acak yaitu 416 untuk konsentrasi 0%, 098 untuk konsentrasi 3%, 192 untuk konsentrasi 6%, serta 404 untuk konsentrasi 9% guna menghindari bias penilaian, dan urutan penyajian sampel kepada setiap panelis dilakukan secara acak sehingga masing-masing menerima urutan berbeda, serta sampel disajikan pada suhu hangat sekitar 40–50°C yang merupakan suhu umum untuk evaluasi produk bakso agar karakteristik sensori dapat diamati secara optimal.

Selama pengujian berlangsung, panelis disediakan air mineral sebagai penetral rasa yang diminum sebelum pengujian dimulai maupun setiap kali berpindah antar-sampel guna meminimalkan pengaruh cita rasa sebelumnya, serta diberikan penjelasan mengenai tujuan beserta tata cara penilaian secara independen tanpa berdiskusi agar hasil yang diperoleh bersifat objektif.

Penentuan skor menggunakan skala 1 sampai 7 dimana nilai 1 menunjukkan sangat tidak suka dan nilai 7 menunjukkan sangat suka. Skor 2 diartikan tidak suka kemudian skor 3 agak tidak suka lalu skor 4 netral sedangkan skor 5 menunjukkan agak suka dan skor 6 menunjukkan suka. Nilai rata-rata dari setiap parameter digunakan untuk melihat tingkat penerimaan panelis pada masing-masing perlakuan. Semakin besar skor yang diperoleh maka tingkat penerimaan konsumen terhadap bakso ayam juga semakin tinggi. (Handari & Sembiring, 2025).

2.5 Analisis Data

Data hasil pengamatan berupa kadar protein, rendemen, dan skor uji hedonik dianalisis menggunakan IBM SPSS Statistics versi , setelah melalui uji normalitas Shapiro–Wilk serta uji homogenitas varians Levene's Test, lalu dilanjutkan dengan analisis sidik ragam ANOVA pada taraf nyata $\alpha = 0,05$ guna menguji pengaruh penambahan tepung daun kelor terhadap parameter, serta apabila terbukti berbeda nyata, maka pengujian diteruskan menggunakan uji jarak berganda Duncan atau DMRT.

Penentuan perlakuan terbaik dilakukan secara deskriptif dengan menimbang seluruh parameter teramati berdasarkan keseimbangan peningkatan kadar protein serta rendemen beserta tingkat kesukaan panelis, sehingga varian yang memiliki kadar protein dan rendemen lebih tinggi daripada kontrol serta menunjukkan tingkat kesukaan panelis yang tidak berbeda nyata atau tetap dapat diterima, dipertimbangkan sebagai kompromi terbaik antara karakteristik gizi dan penerimaan sensoris.

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Uji Kadar Protein

Hasil uji kadar protein bakso ayam berbasis tepung tempe dengan tepung daun kelor disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kadar Protein Bakso Ayam Berbasis Tepung Tempe dengan Penambahan Tepung Daun Kelor

Perlakuan	Rerata Kadar Protein (%)
P0	14,99 ± 0,26 ^a
P1	15,44 ± 0,25 ^a
P2	16,15 ± 0,28 ^b
P3	17,22 ± 0,18 ^c

Keterangan : Nilai disajikan sebagai rerata ± simpangan baku (SD) dari tiga ulangan ($n = 3$). Huruf superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata berdasarkan uji DMRT pada taraf nyata 5% ($P < 0,05$).

Berdasarkan data Tabel 2, penambahan tepung daun kelor berpengaruh nyata terhadap kadar protein bakso ayam berbasis tepung tempe berdasarkan analisis ragam (ANOVA) pada taraf nyata 5% ($\alpha = 0,05$), dengan peningkatan konsentrasi yang menghasilkan kadar protein terendah pada perlakuan kontrol P0 (0%) sebesar 14,99%, kadar protein tertinggi pada perlakuan P3 (9%) sebesar 17,22%, serta hasil uji Duncan's Multiple Range Test (DMRT) yang menunjukkan perlakuan P2 dan P3 berbeda nyata dibandingkan perlakuan berprotein lebih rendah, sedangkan perlakuan P0 dan P1 tidak berbeda nyata yang ditandai oleh kesamaan huruf superskrip.

Peningkatan kadar protein antarperlakuan terutama disebabkan oleh penambahan tepung daun kelor, sebab seluruh perlakuan menggunakan jumlah tepung tempe yang sama (24 g), sehingga perbedaan kadar protein tidak dipengaruhi oleh tepung tempe, melainkan oleh peningkatan jumlah tepung daun kelor dari 0 g pada P0 menjadi 18 g pada P3, mengingat bahan tersebut memiliki kandungan protein relatif tinggi, serta penambahannya meningkatkan total nitrogen sampel yang diukur menggunakan metode Kjeldahl, kecuali pada perlakuan tanpa penambahan yang tercermin sebagai kadar protein dasar produk (Nugrahani et al., 2021).

Selain berfungsi sebagai sumber protein nabati, daun kelor juga mengandung vitamin, mineral, serta senyawa bioaktif seperti flavonoid dan senyawa fenolik yang menjadikannya bahan fortifikasi potensial pada produk pangan, sehingga penambahan tepung daun kelor terbukti berkontribusi terhadap peningkatan kadar protein bakso ayam berbasis tepung tempe meskipun komponen bioaktif tersebut tidak dianalisis pada penelitian ini (Yudiono, 2023; Palar et al., 2023). Penambahan tepung daun kelor dari konsentrasi 0% hingga 9% secara nyata meningkatkan kadar protein bakso ayam berbasis tepung tempe, sejalan dengan temuan Djawa et al. (2021) bahwa tingginya nutrisi bahan tersebut memberikan kontribusi langsung terhadap peningkatan kadar protein produk olahan.

3.2 Uji Rendemen

Hasil uji rendemen bakso ayam berbasis tepung tempe dengan tepung daun kelor disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Rendemen Bakso Ayam Berbasis Tepung Tempe dengan Penambahan Tepung Daun Kelor

Perlakuan	Rerata Rendemen (%)
P0	82,28 ± 0,02 ^a
P1	84,44 ± 0,19 ^b
P2	87,26 ± 0,09 ^c
P3	88,45 ± 0,10 ^d

Keterangan: Nilai disajikan sebagai rerata $\pm$ simpangan baku (SD) dari tiga ulangan ($n = 3$). Huruf superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata berdasarkan uji DMRT pada taraf nyata 5% ($P < 0,05$).

Berdasarkan data Tabel 3, penambahan tepung daun kelor berpengaruh nyata terhadap peningkatan nilai rendemen bakso ayam berbasis tepung tempe berdasarkan hasil analisis ragam (ANOVA) pada taraf nyata 5% ($\alpha = 0,05$), serta uji lanjut Duncan's Multiple Range Test DMRT menunjukkan seluruh perlakuan (P0, P1, P2, dan P3) saling berbeda nyata satu sama lain, dengan rendemen tertinggi dihasilkan oleh perlakuan P3 sebesar 88,45%, sedangkan rendemen terendah terdapat pada perlakuan P0 sebesar 82,28%.

Peningkatan rendemen diduga berkaitan dengan kemampuan protein tepung daun. Peningkatan rendemen diduga berkaitan dengan kandungan protein dan serat pangan pada tepung daun kelor yang mampu meningkatkan kemampuan adonan dalam mengikat dan mempertahankan air selama proses pencampuran serta pemasakan, serat pangan memiliki kemampuan menyerap air sehingga kehilangan air selama perebusan menjadi lebih rendah, protein pada tepung daun kelor dapat berinteraksi dengan protein miofibril daging ayam dan pati dari tepung tapioka sehingga membentuk matriks yang lebih stabil, matriks tersebut membantu mempertahankan air dan padatan di dalam produk sehingga penyusutan bobot selama proses pemasakan menjadi lebih rendah dan nilai rendemen meningkat (Palar et al., 2023; Laenggeng et al., 2025).

Nilai rendemen yang lebih tinggi mengindikasikan bahwa susut bobot selama pengolahan relatif kecil sehingga efisiensi produksi meningkat, sementara peningkatan bertahap dari perlakuan P0 hingga P3 membuktikan bahwa penambahan konsentrasi tepung daun kelor memperkuat kemampuan adonan dalam mengikat air serta mempertahankan padatan secara optimal selama pemasakan (Abidin et al., 2025). Peningkatan rendemen olahan daging dalam penelitian ini selaras dengan studi Abidin et al. (2025) serta didukung oleh Palar et al. (2023) karena penambahan konsentrasi tepung daun kelor mampu menurunkan kehilangan bobot selama pemasakan melalui optimalisasi kandungan protein dan serat dalam mempertahankan kadar air produk pangan.

3.3 Uji Hedonik

Hasil uji hedonik bakso ayam berbasis tepung tempe dengan tepung daun kelor pada parameter warna dan aroma serta rasa maupun tekstur hingga *Overall* disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Skor Hedonik Bakso Ayam Berbasis Tepung Tempe dengan Penambahan Tepung Daun Kelor

Perlakuan	Warna	Aroma	Rasa	Tekstur	Overall
P0	5,87 $\pm$ 1,20 ^a	5,57 $\pm$ 1,43 ^a	6,50 $\pm$ 0,51 ^a	6,20 $\pm$ 0,76 ^a	6,37 $\pm$ 0,49 ^a
P1	5,23 $\pm$ 0,82 ^a	5,43 $\pm$ 1,33 ^a	5,03 $\pm$ 1,10 ^b	5,37 $\pm$ 0,93 ^b	5,83 $\pm$ 0,70 ^a
P2	3,80 $\pm$ 1,58 ^b	3,47 $\pm$ 1,83 ^b	2,93 $\pm$ 1,17 ^c	3,43 $\pm$ 1,30 ^c	3,27 $\pm$ 1,26 ^b
P3	2,97 $\pm$ 1,54 ^c	3,13 $\pm$ 1,72 ^b	2,47 $\pm$ 1,01 ^d	3,23 $\pm$ 1,28 ^c	3,03 $\pm$ 1,50 ^b

Keterangan: Nilai disajikan sebagai rerata $\pm$ simpangan baku (SD) yang diperoleh dari 30 panelis tidak terlatih ($n = 30$). Huruf superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan adanya perbedaan nyata berdasarkan uji DMRT pada taraf nyata 5% ($P < 0,05$).

Berdasarkan data pada Tabel 4, perlakuan P0 menghasilkan skor kesukaan tertinggi pada seluruh parameter pengamatan, sedangkan perlakuan P3 memperoleh skor terendah, dan hasil

analisis sidik ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa penambahan tepung daun kelor memberikan pengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap karakteristik organoleptik bakso ayam berbasis tepung tempe yang meliputi warna dan aroma serta rasa maupun tekstur hingga penilaian keseluruhan (*Overall*). Peningkatan konsentrasi tepung daun kelor menyebabkan perubahan karakteristik sensori produk yang memengaruhi tingkat penerimaan panelis, uji lanjut DMRT memperlihatkan semakin tinggi konsentrasi tepung daun kelor maka perbedaan terhadap perlakuan kontrol semakin jelas.

Penurunan tingkat kesukaan panelis terhadap bakso yang diperkaya tepung daun kelor disebabkan oleh penguatan aroma khas dan munculnya rasa langu serta perubahan warna menjadi lebih hijau hingga peningkatan kepadatan tekstur pada konsentrasi tinggi yang dipicu oleh kandungan senyawa bioaktif seperti klorofil, tanin, saponin, flavonoid, dan senyawa fenolik sehingga peningkatan jumlah tepung daun kelor menyebabkan perubahan karakteristik sensori yang semakin nyata dibandingkan perlakuan kontrol yang menuntut penentuan takaran optimal agar kandungan fungsional alami tetap terjaga tanpa mengorbankan tingkat penerimaan konsumen (Bere et al., 2023; Kartikasari et al., 2024; Hakim et al., 2025).

Penambahan tepung daun kelor secara signifikan memengaruhi kualitas organoleptik bakso, terutama pada aspek warna, aroma, rasa maupun tekstur akibat kandungan klorofil serta senyawa aktifnya yang mana konsentrasi tepung berbeda secara nyata mengubah sifat fisik dan daya terima konsumen terhadap produk akhir (Nahak et al., 2021; Alfath et al., 2022; Yulisriani et al., 2024).

3.4 Warna

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa parameter warna berbeda nyata antar perlakuan ($P < 0,05$) dengan perlakuan P0 memiliki skor warna tertinggi sebesar 5,87 sedangkan perlakuan P3 memiliki skor warna paling rendah sebesar 2,97. Perlakuan P0 dan P1 tidak menunjukkan perbedaan nyata sementara perlakuan P2 dan P3 berbeda nyata dibanding perlakuan lainnya.

Daya terima konsumen terhadap warna bakso menurun disebabkan oleh tingginya kadar tepung daun kelor yang meningkatkan intensitas pigmen klorofil sehingga menghasilkan warna hijau yang pekat sehingga kurang menyerupai bakso ayam pada umumnya. Penggunaan pigmen alami tersebut dalam jumlah tinggi dapat memengaruhi penampilan visual produk secara signifikan dan menurunkan preferensi konsumen (Handari & Sembiring, 2025).

Proses pemanasan selama perebusan memicu degradasi klorofil menjadi feofitin yang mengakibatkan perubahan warna hijau menjadi kecokelatan dan tampilan produk yang lebih gelap, namun pada konsentrasi rendah perubahan warna tersebut belum terlalu dominan sehingga disukai oleh panelis, sedangkan pada konsentrasi tinggi tingkat kesukaan konsumen justru mengalami penurunan (Barani et al., 2020).

3.5 Aroma

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa parameter aroma berbeda nyata antar perlakuan ($P < 0,05$) dengan perlakuan P0 memiliki skor aroma tertinggi sebesar 5,57 sedangkan perlakuan P3 memiliki skor aroma paling rendah sebesar 3,13. Perlakuan P0 dan P1 tidak menunjukkan perbedaan nyata sama halnya dengan perlakuan P2 dan P3 yang mempunyai notasi sama.

Daya terima konsumen terhadap aroma bakso menurun disebabkan oleh dominasi aroma yang tinggi pada daun kelor dan aktivitas enzim lipoksigenase penghasil senyawa volatil langu yang menunjukkan penggunaan tepung daun kelor dalam jumlah banyak dapat memengaruhi profil sensori produk secara signifikan (Handari & Sembiring, 2025).

Pada konsentrasi rendah aroma khas kelor masih dapat menyatu dengan aroma daging ayam dan bumbu sehingga masih disukai panelis sedangkan penggunaan dalam jumlah lebih tinggi membuat aroma kelor semakin dominan dan menimbulkan bau langu menyerupai

sayuran hijau. Penambahan tepung daun kelor diketahui dapat memengaruhi aroma produk bakso terutama pada konsentrasi tinggi (Djawa et al., 2021; Handari & Sembiring, 2025).

3.6 Tekstur

Hasil pengujian menunjukkan bahwa tekstur bakso berbeda nyata antar perlakuan ($P < 0,05$). Perlakuan P0 memperoleh skor tekstur tertinggi sebesar 6,20 sedangkan perlakuan P3 memiliki skor terendah sebesar 3,23. Perlakuan P2 dan P3 berada pada notasi yang sama sehingga tidak berbeda nyata sementara P0 berbeda nyata dibanding perlakuan lainnya.

Konsentrasi tepung daun kelor dalam adonan bakso ayam meningkat secara progresif menyebabkan tekstur produk akhir menjadi lebih padat serta berkurang kekenyalannya akibat interferensi serat daun terhadap pembentukan gel protein daging dan pati tapioka, sehingga penggunaan bahan tersebut pada level tinggi secara signifikan memengaruhi kualitas fisik, terutama pada aspek tekstur dan kemampuan mengikat air (Yulisriani et al., 2024).

Partikel kasar dari tepung daun kelor dapat menurunkan homogenitas adonan sehingga menghasilkan tekstur yang lebih keras daripada kontrol, tetapi pada konsentrasi rendah hingga sedang tekstur produk masih dapat dipertahankan akibat kombinasi protein dari daging ayam dan tepung tempe serta penggunaan tepung tapioka yang membantu menghasilkan tekstur kenyal khas bakso yang dipengaruhi oleh perpaduan bahan sumber protein dan pati dalam formulasi (Amelia, 2025).

3.7 Rasa

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa rasa bakso berbeda nyata antar perlakuan ($P < 0,05$). Perlakuan P0 memiliki skor rasa tertinggi sebesar 6,50 sedangkan perlakuan P3 memiliki skor rasa paling rendah sebesar 2,47. Seluruh perlakuan berbeda nyata satu sama lain berdasarkan uji DMRT pada taraf 5%.

Tingkat kesukaan panelis terhadap rasa produk pangan menurun dipengaruhi oleh munculnya sensasi pahit, langu, dan sepat akibat konsentrasi tinggi senyawa bioaktif seperti tanin, saponin, serta fenolik dalam daun kelor, meskipun kandungan tersebut bermanfaat bagi kesehatan, namun dapat memengaruhi cita rasa produk secara signifikan (Nugrahani et al., 2021).

Pada perlakuan P1, rasa produk masih dikategorikan disukai panelis karena aroma serta cita rasa khas kelor belum dominan sehingga tertutupi oleh daging ayam dan bumbu, namun penggunaan tepung daun kelor pada konsentrasi tinggi dapat menurunkan tingkat penerimaan panelis terhadap rasa bakso (Nahak et al., 2021).

3.8 Overall

Parameter *overall* menunjukkan adanya perbedaan nyata antar perlakuan ($P < 0,05$). Perlakuan P0 memperoleh skor *Overall* tertinggi sebesar 6,37 sedangkan perlakuan P3 memiliki skor terendah sebesar 3,03. Perlakuan P0 dan P1 berada pada notasi yang sama begitu juga P2 dan P3 sehingga masing-masing kelompok tidak menunjukkan berbeda nyata.

Hasil penilaian keseluruhan menunjukkan bahwa bakso ayam tanpa penambahan atau dengan konsentrasi rendah tepung daun kelor lebih disukai panelis dibandingkan penggunaan dalam konsentrasi tinggi yang menyebabkan perubahan nyata pada warna, aroma, rasa, maupun tekstur sehingga menurunkan tingkat penerimaan konsumen, sehingga penggunaan tepung daun kelor harus disesuaikan demi menjaga keseimbangan karakteristik organoleptik sekaligus meningkatkan nilai gizi produk (Handari & Sembiring, 2025).

3.9 Perlakuan Terbaik

Berdasarkan seluruh parameter yang diamati perlakuan P1 menunjukkan karakteristik terbaik karena mampu menghasilkan keseimbangan optimal antara peningkatan nilai gizi dan

penerimaan sensori produk, di mana pada konsentrasi 3% kadar protein serta rendemen meningkat dibandingkan kontrol, namun perubahan warna, aroma, rasa, maupun tekstur tetap dapat diterima oleh panelis, berbeda dengan perlakuan P3 yang dapat menghasilkan kadar protein dan rendemen paling tinggi tetapi tingkat penerimaan konsumen cenderung menurun akibat warna hijau yang terlalu pekat, aroma langu yang dominan, rasa sedikit pahit, serta tekstur yang lebih padat sehingga penggunaan tepung daun kelor dalam konsentrasi rendah lebih direkomendasikan untuk menghasilkan produk bakso ayam berbasis tepung tempe yang bernilai gizi tinggi sekaligus tetap disukai konsumen.

4 KESIMPULAN

Hasil studi menunjukkan bahwa penambahan tepung daun kelor (*Moringa oleifera*) pada bakso ayam berbasis tepung tempe memengaruhi kadar protein, rendemen, serta tingkat penerimaan konsumen, di mana penambahan bahan tersebut terbukti meningkatkan kandungan protein dan rendemen bakso, dengan perlakuan P3 memberikan hasil tertinggi. Perlakuan tepung daun kelor yang meningkat menyebabkan daya terima konsumen terhadap warna, aroma, rasa, maupun tekstur cenderung mengalami penurunan. Perlakuan terbaik diperoleh pada P1 karena mampu meningkatkan nilai gizi serta rendemen tanpa menurunkan penerimaan konsumen secara signifikan, sehingga berpotensi dikembangkan menjadi pangan fungsional berkualitas tinggi.

Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengaji pengembangan bakso ayam berbasis tepung tempe dengan penambahan tepung daun kelor melalui variasi konsentrasi yang lebih luas, kombinasi bahan tambahan, pengujian daya simpan, kualitas mikrobiologi, analisis kandungan gizi yang lebih lengkap, serta eksplorasi metode efektif untuk menurunkan senyawa antinutrisi seperti tanin, saponin, dan senyawa volatil penyebab aroma langu tanpa mengurangi nilai gizinya. Berbagai perlakuan pendahuluan, seperti blanching, perendaman, fermentasi, pengeringan, maupun enkapsulasi, dapat dievaluasi untuk meminimalisasi dampak senyawa tersebut terhadap cita rasa dan aroma produk sehingga produk bakso berprotein tinggi dengan nilai gizi optimal tetap dapat diterima konsumen dari aspek rasa, aroma, tekstur, serta tingkat kesukaan secara keseluruhan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada dosen pembimbing atas bimbingan, arahan, dan motivasi yang diberikan selama proses penelitian hingga penyusunan artikel ilmiah ini. Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada keluarga yang senantiasa memberikan doa, dukungan, dan semangat, serta kepada teman-teman yang telah membantu dan memberikan masukan selama pelaksanaan penelitian. Ucapan terima kasih juga diberikan kepada lingkungan sekitar dan semua pihak yang telah berkontribusi, baik secara langsung maupun tidak langsung, dalam membantu kelancaran pengambilan data dan penyelesaian penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Z., Raharja, K. T., Kusmayadi, A., Wardana, A. A., Mutiara, S. Y., Adhianata, H., Herlambang, H. A., Fajarwaty, T., Rukmana, R. M., & Dzulhijjah, R. (2025). *Ilmu bahan pangan*. Sada Kurnia Pustaka.
- Alfath, F. M., Hafid, H., & Fitrianiingsih, F. (2022). Efek penambahan tepung daun kelor (*Moringa oleifera*) yang berbeda terhadap kualitas fisik bakso ayam. *Jurnal Ilmiah Peternakan Halu Oleo*, 4(4), 277. doi:10.56625/jipho.v4i4.28700.
- Amelia, L. (2025). Pengaruh perbandingan tepung tempe dan tepung tapioka terhadap karakteristik bakso vegetarian. *Jurnal Dimamu*, 5(1), 39–47. doi:10.32627.

- Barani, Y. H., Zhang, M., Bhandari, B., & Wang, B. (2020). Color stability and anthocyanins retention in microwave-thermally treated rose powder extracts during storage. *Journal of Food Processing and Preservation*, 44(10). doi:10.1111/JFPP.14727.
- Bere, M. C., Sipahelut, G. M., & Armadianto, H. (2023). Karakteristik kimia dan organoleptik sosis sapi dengan penambahan tepung daun kelor (*Moringa oleifera*). *Jurnal Peternakan Lahan Kering*, 5(4), 492–501.
- Djawa, R. A., Sabtu, B., & Armadianto, H. (2021). Pengaruh penambahan tepung daun kelor (*Moringa oleifera*) terhadap kualitas kimia dan organoleptik bakso daging ayam petelur afkir. *Jurnal Peternakan Lahan Kering*, 3(4), 1783–1791.
- Hakim, K. A., Suharyanto, S., Haryanto, H., Ali, M. A., Sulistyowati, E., Bilyaro, W., & Soetrisno, E. (2025). Total Plate Count (TPC) and organoleptic test on beef meatballs with *Moringa (Moringa oleifera)* leaf flour addition. *Agritropica*, 8(1), 48–55. doi:10.31186/j.agritropica.8.1.48-55.
- Handari, O. L., & Sembiring, M. (2025). Kesan daun kelor (*Moringa oleifera*) terhadap organoleptik pada beberapa jenis daging dalam pembuatan bakso. *Journal of Innovation Research and Knowledge*, 5(2).
- Kartikasari, L. R., Hertanto, B. S., Swastike, W., Barido, F. H., & Nuhriawangsa, A. M. (2024). Physical quality and consumer acceptance of beef patties containing different levels of *Moringa oleifera* leaf flour extract. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1292(1), 012019. doi:10.1088/1755-1315/1292/1/012019.
- Laenggeng, A. H., Tangge, L., & Rafiq, R. (2025). Nutrification of *Moringa* leaf flour (*Moringa oleifera*) in wet noodle production and its effect on macronutrient content. *Prisma Sains: Jurnal Pengkajian Ilmu dan Pembelajaran Matematika dan IPA IKIP Mataram*, 13(3), 810–818. doi:10.33394/j-ps.v13i3.15436.
- Lisdayana, N., Nurhaliza, N. S., Pujimulyani, D., Handayani, N., Purwandari, U., Subagio, A., & Kusumawaty, N. (2025). *Teknologi pangan nabati terfermentasi*. Azzia Karya Bersama.
- Nahak, Y.B., Riwu, A. R., & Armadianto, H. (2021). Pengaruh penambahan tepung daun kelor (*Moringa oleifera*) terhadap kualitas organoleptik dan fisik. *Jurnal Peternakan Lahan Kering*, 3(4). doi:10.57089/jplk.v3i4.675.
- Nendissa, J. S., Tuarita, M. Z., Anggraini, I. M. D., Khurniyati, M. I., Sinaga, Y. M. R., Hermanto, S. R., Nendissa, D. M., Rasyda, R. Z., Pawestri, S., Pertiwi, M. G. P., & Rahayu, T. I. (2024). *Analisis pangan*. Widina Media Utama
- Nugrahani, T. Y. H., Hasyim, U. H., & Sari, F. (2021). *Pengolahan dan pemanfaatan daun & biji kelor (Moringa oleifera)*. Penerbit Samudra Biru.
- Palar, C., Lontaan, N. N., & Assa, G. J. (2023). Effect of addition of moringa leaf flour on physical chemical properties and organoleptic quality chicken meatballs. *International Journal of Agriculture and Food Science*, 5(2), 120–124. doi:10.33545/2664844x.2023.v5.i2b.154.
- Rinjani, E. Z. V., Khairunnisa, Y., & Fauziah, S. A. (2025). *Pengolahan protein hewani*. PT Harmoni Anak Negeri.
- Windyasmara, L., Sukaryani, S., & Praptiwi, C. H. (2024). Kualitas kimia dan mikrobiologi terhadap masa simpan nugget ayam dengan penambahan tepung daun kelor (*Moringa oleifera*). *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*, 8(1), 61–71.
- Yudiono, K. (2023). Aktivitas antioksidan, total polifenol, total flavonoid, dan sifat sensoris inovasi tempe kedelai dengan substitusi tepung daun kelor. *Agrointek: Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 17(4), 746–754. doi:10.21107/agrointek.v17i4.17146.

Yulisriani, R., Qurniawan, A., Lestari, A., & Afiyah, D. N. (2024). Pengaruh penambahan tepung daun kelor (*Moringa oleifera*) dengan level berbeda terhadap kualitas fisik bakso daging ayam broiler. *Jurnal Ilmiah Fillia Cendekia*, 9(2). doi:10.32503/fillia.v9i2.6145.