

PENGARUH FORTIFIKASI TEPUNG HATI AYAM DAN TEPUNG DAUN KELOR TERHADAP KARAKTERISTIK KIMIA DAN ORGANOLEPTIK COOKIES KAMBAMBANG

Processing kambambang cookies with the addition of chicken liver flour and moringa laeves and their effect on the product's organoleptic properties

Ina Kaita Niwa*, Yessy Tamu Ina

*Program studi Peternakan, Fakultas sains dan Teknologi, Universitas Kristen ira Wacana Sumba
Jl. R. Suprpto No. 35. Prailiu. Kecamatan Kambera, Kabupaten Sumba Timur, NTT

*Korespondensi Penulis: inakaita083@gmail.com

ABSTRACT

*This study aimed to analyze the effect of fortification of chicken liver flour and moringa leaf flour (*moringa oleifera*) on the chemical and organoleptic characteristic of kambambang cookies using a Completely Randomized Design (4 treatments; 5 replicatons). The results showed a water content of 4,36-6,17% with a significant difference ($P < 0,05$). Where P4 (3,36%) met the SNI standrd ($< 5\%$), while the pH of 5,49-5,76 was not signifivantly different ($p > 0.05$). protein content ranged from 1,68-2,14% with the highest values in P4 (2,14%) and the lowest in P3 (1,68%), indicating a non-linear increase due to the interaction of the ingredient components. Organoleptic tests showed that taste and preference were significantly different ($p < 0,05$), while color and P4 the highest taste score (2.70). it was concluded that fortification had a significant effect on air content and some sensory attributes, but was not yet able to increase protein according to SNI standards, so formulation optimization was needed to balcance nutritional value and consumer acceptance.*

Keywords: *kambambang cookies, chicken liver flour, moringa flour, protein content, organoleptic test.*

PENDAHULUAN

Tanaman kelor (*Moringa oleifera*) adalah tanaman yang sangat banyak dikenal secara luas di Indonesia dan banyak ditemukan di daerah tropis, khususnya di Sumba Timur dan daerah pedesaan. Namun, pemanfaatannya masih belum optimal. Menurut Augustyn (2017), daun kelor memiliki manfaat besar sebagai sumber protein, vitamin, mineral, dan antioksidan yang tinggi. Tanaman ini merupakan sayuran hijau yang kaya nutrisi, dimana hampir seluruh bagian tanamannya dapat dimanfaatkan, terutama daun Ina, *et al* (2024). Secara ilmiah, daun kelor mengandung protein $\pm 6-9\%$, karbohidrat $\pm 8-12\%$, lemak $\pm 1-2\%$, serta berbagai mikronutrien yang berperan dalam pencegahan kekurangan gizi. berbagai penelitian telah dilakukan terkait penambahan tepung kelor sebagai bahan

fortifikasi pangan. (Flora *et al.*, 2022) dan (Dewi, 2018) melaporkan bahwa penambahan tepung kelor pada produk seperti cookies dan roti mampu meningkatkan kandungan protein, mineral, dan antioksidan. Namun demikian, penggunaan tepung kelor dalam jumlah tinggi dilaporkan dapat menurunkan kualitas sesori, terutama warna, aroma, dan tingkat penerimaan konsumen (Annisa Fajar Aulia *et al.*, 2024). Hal ini menunjukkan bahwa meskipun tepung kelor berpotensi sebagai bahan fortifikasi, penggunaannya perlu dikombinasikan dengan bahan lain untuk mempertahankan mutu produk.

Selain bahan nabati, sumber protein hewani seperti hati ayam juga memiliki potensi tinggi sebagai bahan fortifikasi. Hati ayam mengandung protein, zat besi, dan energi yang cukup tinggi, yaitu sekitar

27,4 gram protein, dan 15,8 mg zat besi per 100 gram (Nanda Maedy *et al* 2023). (Sulaeman & Septiyani, 2023) menunjukkan bahwa fortifikasi tepung hati ayam dapat meningkatkan kadar protein dan zat besi secara signifikan. Akan tetapi, penggunaan bahan ini juga memiliki kelemahan, yaitu dapat mempengaruhi aroma dan menurunkan penerimaan sensori jika tidak diformulasi dengan tepat (Rara *et al.*, 2025). Di sisi lain, pengolahan daun kelor menjadi tepung terbukti mampu memperpanjang masa simpan serta meningkatkan kemudahan pemanfaatannya sebagai bahan pangan. Tepung kelor maupun tepung hati ayam telah banyak digunakan secara terpisah dalam berbagai produk pangan sebagai bahan fortifikasi untuk meningkatkan nilai gizi.

Kambambang merupakan salah satu makanan tradisional khas Sumba yang berbahan dasar tepung singkong, gula, dan kelapa. Produk ini memiliki potensi untuk dikembangkan karena mudah diterima masyarakat, namun nilai gizinya relatif masih rendah dan belum banyak dikenal secara luas. Penelitian pengembangan pangan lokal menunjukkan bahwa substitusi bahan dasar dengan sumber protein dan mikronutrien dapat meningkatkan nilai gizi serta daya terima produk tradisional (Henggu *et al*, 2023).

Namun, berdasarkan kajian literatur yang ada, penelitian sebelumnya umumnya hanya berfokus pada penggunaan tepung kelor atau tepung hati ayam secara terpisah dalam produk pangan. Penelitian yang mengkaji kombinasi kedua bahan tersebut, khususnya pada produk pangan lokal seperti *cookies kambambang*, masih sangat terbatas. Selain itu, kajian mengenai pengaruh kombinasi kedua bahan terhadap sifat organoleptik serta penerimaan konsumen juga belum banyak dilakukan.

Dengan demikian, terdapat kesenjangan penelitian (research gap) berupa belum adanya kajian yang mengintegrasikan pemanfaatan tepung kelor dan tepung hati ayam secara

bersamaan dalam pengembangan produk *cookies kambambang*, khususnya dalam kaitannya dengan peningkatan nilai gizi dan karakteristik sensori.

Cookies kambambang merupakan camilan yang memiliki tekstur renyah, tipis, dan berukuran kecil sehingga mudah dikonsumsi (Dewi, 2018). Oleh karena itu, *cookies kambambang* berpotensi dikembangkan sebagai pangan fungsional melalui fortifikasi bahan bergizi.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan tepung hati ayam dan tepung kelor, baik secara tunggal maupun kombinasi, terhadap sifat organoleptik *cookies kambambang* sehingga diharapkan dapat menghasilkan produk cemilan tradisional yang bergizi, memiliki nilai tambah, dan dapat diterima oleh masyarakat.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium MIPA Terpadu Universitas Kristen Wira Wacana Sumba mulai dari bulan Januari sampai dengan bulan Februari 2026. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang melibatkan empat perlakuan dan lima ulangan. Perlakuan yang diberikan berupa penambahan tepung kelor dan tepung hati ayam dengan konsentrasi masing-masing 2% (P1), 4% (P2), 6% (P3), dan 8% (P4).

Bahan yang digunakan: tepung terigu merk Lencana Merah, tepung ubi, tepung kelor, tepung hati ayam, telur ayam, gula halus, mentega, pewarna kuning telur, kelapa parut sangrai, susu dancow bubuk, backing powder dan chocochips.

Peralatan yang digunakan mencakup timbangan elektrik merk (sojiky dan ACAS), oven merk Memmert, oven merk tiga berlian, oven merk hock, kompor merk hock dan coper merk Philips.

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian harus jelas, spesifikasi alat

harus dicantumkan dan bahan harus dijelaskan sumbernya.

Tahapan Penelitian

1. Pembuatan tepung ubi

Proses pembuatan tepung ubi dilakukan secara tradisional oleh masyarakat sumba: ubi yang sudah dikeringkan di tumbuk sampai halus menggunakan lesung, kemudian diayak sampai mendapatkan tepung ubi yang diinginkan.

2. Pembuatan tepung hati ayam

Proses pembuatan tepung hati ayam dilakukan melalui pencucian hati ayam hingga bersih, penirisan, pengirisan kecil, penggorengan bersama bawang bombai hingga berwarna kecokelatan, pengeringan menggunakan oven selama ± 15 menit, serta penghalusan dan pengayakan hingga diperoleh tepung dengan tekstur halus.

3. Pembuatan tepung kelor

Tepung kelor dibuat dengan mencuci daun kelor, memisahkan daun dari batang, mengeringkan menggunakan oven atau sinar matahari, kemudian menghaluskan dan mengayak hingga menjadi tepung kelor halus. Kedua tepung ini kemudian digunakan sebagai bahan fortifikasi dalam pembuatan cookies kambambang.

4. Pembuatan cookies kambambang

Proses pembuatan cookies dilakukan dengan mencampur semua bahan kering hingga homogen, kemudian ditambahkan mentega, backing powder, telur ayam, susu dancow bubuk dan pewarna kuning telur hingga adonan menjadi kalis. Adonan dibentuk, dicetak, dihias dengan chocochips, dan dipanggang dalam oven selama 15–25 menit. Setelah matang, cookies didinginkan, dikemas, dan diberi label untuk pengujian.

Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah rancangan acak lengkap (RAL) yang terdiri dari 4 perlakuan 5 ulangan Adapun rancangan percobaan sebagai berikut:

P1: kambambang dengan penambahan tepung kelor 2% dan tepung hati ayam 2%
P2: kambambang dengan penambahan tepung kelor 4% dan tepung hati ayam 4%
P3: kambambang dengan penambahan tepung kelor 6% dan tepung hati ayam 6%
P4: kambambang dengan penambahan tepung kelor 8% dan tepung hati ayam 8%.

Penelitian ini dirancang dengan perlakuan penambahan tepung hati ayam dan tepung kelor pada level 2%, 4%, 6%, dan 8% tanpa menyertakan kontrol (0%). Karena fokus penelitian adalah mengevaluasi perbedaan antar tingkat fortifikasi. Namun demikian, tidak adanya kontrol menjadi salah satu keterbatasan dalam penelitian ini.

Metode Analisis

Parameter yang diamati dalam penelitian ini dianalisis secara bertahap, meliputi fisik, kimia, dan organoleptik. Pengukuran kadar air dilakukan menggunakan metode pengeringan oven hingga diperoleh bobot konstan. Selanjutnya, nilai pH ditentukan dengan menggunakan pH meter yang telah dikalibrasi terlebih dahulu. Analisis kadar protein menggunakan metode kjeldahl (Ernawaningtyas & Yulinar 2019), adapun pengujian organoleptik mencakup warna, rasa, tekstur, dan tingkat kesukaan yang nilai oleh panelis melalui uji henodik.

Data kuantitatif yang diperoleh dari pengujian kadar air dan pH dianalisis menggunakan Analysis of Variance (ANOVA) pada taraf signifikan 5%. Jika hasil analisis menunjukkan adanya pengaruh nyata, maka dilanjutkan dengan uji lanjut Duncan Multiple Range Test Steel et al., (1997). Sementara itu, data kadar protein dan hasil uji organoleptik dianalisis secara deskriptif. Khusus untuk parameter tingkat kesukaan, analisis dilakukan menggunakan uji non-parametrik Kruskal-Wallis yang kemudian dilanjutkan dengan uji Mann-Whitney.

Kadar air

Prosedur pengujian kadar air, kadar air kerupuk *cookies kambambang* yaitu Sebayak 5 gram sampel dimasukkan ke dalam oven pada suhu 105 °C selama 3 jam. Setelah itu sampel dikeluarkan dan didinginkan dalam desikator selama 30 menit lalu ditimbang. Berdasarkan SNI 2973-2011 (SNI,2011) kadar air cookies maksimal 5%. Semua formulasi sudah memenuhi syarat SNI mutu cookies. Kadar air dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\%Kadar\ air = \frac{berat\ awal - berat\ akhir}{berat\ awal} \times 100\%$$

pH

Pengujian pH dilakukan dengan menggunakan pH meter. Alat pH meter dinyalakan dibiarkan hingga stabil selama 15 menit elektroda pH-meter dibersihkan dengan aquades, kemudian dikeringkan dengan tissue Elektroda dicelupkan dalam larutan buffer, lalu dibiarkan beberapa saat hingga jarum pH-meter menunjukkan angka yang sama dengan pH larutan buffer standarisasi dilakukan pada pH 4 dan 7. Selanjutnya ujung katoda dicelupkan kedalam 10 ml sampel (Mutiarahma. *et al.*, 2019).

Uji organoleptik

Pengujian organoleptik adalah metode penilaian mutu pangan yang dimanfaatkan panca indera manusia sebagai instrumen utama evaluasi. Melalui uji ini, kualitas produk dapat dinilai berdasarkan respons sensoris panelis. Secara umum, mutu suatu bahan pangan ditentukan oleh beberapa aspek, antara lain: warna, rasa, tekstur, kesukaan, serta kandungan gizinya. Pada *cookies kambambang*, parameter tersebut menjadi indikator penting dalam menentukan tingkat penerimaan dan kualitas produk secara keseluruhan (Umanahu *et al.*, 2023).

1. Warna

Warna merupakan atribut sensori pertama yang secara langsung diamati oleh

panelis sebelum menilai karakteristik lainnya. Dalam penentuan mutu bahan pangan, warna memegang peranan penting karena menjadi kesan awal yang memengaruhi persepsi dan penerimaan konsumen. Warna yang sesuai dan tidak menyimpang dari karakteristik produk yang seharusnya akan memberikan penilaian positif dari panelis. Adapun skor penilaian warna pada pengujian *cookies kambambang* (Simanungkalit Lisa Putri *et al.*, 2018) adalah sebagai berikut:

1. = Tidak coklat
2. = Agak coklat
3. = Coklat
4. = Sangat coklat

2. Tekstur

Tekstur atau tingkat kerenyahan suatu produk pangan merupakan salah satu faktor penting yang memengaruhi tingkat kesukaan konsumen. Karakteristik tekstur tidak hanya menentukan sensasi saat dikunyah, tetapi juga turut memengaruhi persepsi cita rasa secara keseluruhan. Oleh karena itu, aspek tekstur/kenyahan perlu diteliti untuk mengetahui pengaruhnya terhadap mutu daya terima produk.

1. = Tidak empuk
2. = Agak empuk
3. = Empuk
4. = Sangat empuk

3. Rasa

Rasa merupakan salah satu atribut penting dalam penilaian mutu cookies kambambang. Pada produk dengan penambahan tepung daun kelor dan tepung hati ayam, perubahan formulasi tidak hanya bertujuan untuk meningkatkan nilai gizi, tetapi juga berpotensi memengaruhi cita rasa yang dihasilkan. Oleh karena itu, rasa yang diharapkan dari cookies kambambang adalah tetap memiliki karakteristik yang enak dapat diterima panelis, meskipun terdapat penambahan bahan fortifikan yang dapat memberikan nuansa rasa khas pada produk.

1. = Tidak berasa kelor dan hati ayam

2. = Agak berasa kelor dan hati ayam
3. = Berasa kelor dan hati ayam
4. = Sangat berasa kelor dan hati ayam

4. Kesukaan

Pengujian organoleptik dilakukan untuk menilai tingkat kesukaan panelis terhadap produk cookies yang dihasilkan. Penelitian ini melibatkan panelis tidak terlatih sebanyak 20 orang yang berasal dari kalangan mahasiswa.

Metode yang digunakan adalah uji hedonik (tingkat kesukaan) dengan skala penilaian 1 sampai 4 (Kurnia Sada Harahap & Sumartin, 2020).

1. = Tidak suka
2. = Agak suka
3. = Suka
4. = Sangat suka

Total Protein

Uji kadar protein dilakukan melalui beberapa tahap, yaitu pemerasan untuk menguraikan sampel, proses penyulingan untuk memisahkan zat yang diinginkan, dan penetesan larutan standar untuk mengetahui kadarnya. Sampel ditimbang sebanyak 5 gram lalu dimasukkan ke dalam labu, kemudian ditambahkan masing-masing 1 gram katalisator 15 ml H₂SO₄ pekat, selanjutnya dipanaskan di dalam lemari asam hingga larutan berubah menjadi hijau jernih. Setelah itu, larutan dimasukkan ke dalam alat penyulingan dan ditambahkan 50 ml aquades serta 40 ml NaOH 45%, kemudian dilakukan penyulingan sampai larutan penangkap berubah warna ungu menjadi hijau. Hasil penyulingan tersebut kemudian diteteskan dengan larutan HCl 0,1 N hingga berubah kembali menjadi warna ungu, dan kadar protein dihitung berdasarkan volume larutan yang digunakan dalam proses tersebut (Bekti K 2017).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar air

Hasil perhitungan kadar air pengolahan cookies kambambang dengan

penambahan tepung hati ayam dan tepung kelor dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Rata-rata kadar air cookies kambambang dengan pemanfaatan

No	Perlakuan	Kadar air
1	P1	6,17±0,12 ^a
2	P2	5,39±0,09 ^b
3	P3	5,62±0,29 ^b
4	P4	4,36±0,37 ^c

Keterangan:

1. Data disajikan dalam bentuk rata-rata dari 4 Perlakuan 5 ulangan ± standar deviasi
2. Superskrip pada kolom yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata
3. P1, P2, P3, P4 = penambahan tepung kelor+tepung hati ayam pada cookies kambambang: 2%, 4%, 6%, 8%.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar air cookies kambambang berada pada kisaran 4,36-6,17%, dengan nilai tertinggi pada perlakuan P1 (6,17%) dan terendah pada P4 (4,36%). Secara statistik, perlakuan P4 menunjukkan perbedaan nyata dibandingkan perlakuan lainnya, yang mengindikasikan bahwa peningkatan level penambahan tepung hati ayam dan tepung kelor berpengaruh terhadap penurunan kadar air produk. Apabila dibandingkan dengan standar mutu biskuit menurut SNI 2973:2011, kadar air maksimum yang diperbolehkan adalah 5%. Berdasarkan hasil yang diperoleh, hanya perlakuan P2 hingga P4 yang telah memenuhi ketentuan tersebut, sedangkan P1 masih berada di atas batas minimum. Hasil ini sejalan dengan (Alifianita & Aan, 2022), yang menyatakan bahwa peningkatan kandungan padatan serta bahan yang memiliki kemampuan mengikat air cenderung menurunkan kadar air pada produk. Meskipun demikian, penurunan kadar air dalam penelitian ini tidak semata-mata disebabkan oleh peningkatan total padatan.

Data menunjukkan bahwa penurunan paling signifikan terjadi pada perlakuan P4, yang mengindikasikan adanya perubahan yang lebih kompleks pada sistem adonan. Tepung hati ayam mengandung protein dengan gugus

hidrofilik yang mampu mengikat air, sehingga sebagian air berubah menjadi bentuk terikat. Sementara itu tepung kelor mengandung serata yang dapat menyerap air selama proses pencampuran, namun pada suhu tinggi selama pemanggangan, air tersebut cenderung lebih mudah dilepaskan kembali. Interaksi kedua komponen ini menyebabkan perubahan distribusi air, dari air bebas menjadi air terikat sementara, yang kemudian lebih mudah menguap selama proses pemanggangan, sehingga menghasilkan kadar air yang lebih rendah.

Selama proses pemanggangan, sebagian besar air bebas dan air terikat lemah akan menguap, sedangkan air terikat kuat relatif tetap, sebagaimana dikemukakan oleh (Anggraini & Kamal, 2024). Kondisi ini menyebabkan kadar air yang terukur didominasi oleh fraksi air yang mudah menguap. Oleh karena itu, penurunan kadar air pada perlakuan P4 tidak hanya disebabkan oleh berkurangnya jumlah air, tetapi juga oleh perubahan sifat fisikokimia matriks pangan yang meningkatkan efisiensi penguapan air. Dari segi mutu, kadar air yang rendah berkontribusi terhadap pembentukan tekstur yang lebih renyah serta memperpanjang daya simpan produk, karena aktivitas mikroorganisme sangat berguna pada ketersediaan air dalam bahan pangan (Suciati & Wiarta, 2023). Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan dengan kadar air lebih rendah memiliki potensi stabilitas yang lebih baik selama penyimpanan. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa perlakuan P2 hingga P4 telah memenuhi standar berdasarkan SNI, dengan perlakuan P4 sebagai yang terbaik dari segi kadar air.

Keunggulan perlakuan ini tidak hanya ditunjukkan oleh rendahnya kadar air, tetapi juga oleh adanya interaksi antara protein dan serat yang memengaruhi distribusi air dalam produk, sehingga memberi dampak positif terhadap tekstur dan daya simpan *cookies kambambang*.

pH

pH adalah salah satu parameter penting dalam menentukan mutu produk pangan, termasuk *cookies kambambang*. Hasil perhitungan pH pengolahan *cookies kambambang* dengan penambahan tepung hati ayam dan tepung kelor dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Data analisis uji pH *cookies kambambang* dengan penambahan tepung hati ayam dan tepung kelor.

No	Perlakuan	pH
1	P1	5,76±0,14 ^{ns}
2	P2	5,49±0,24 ^{ns}
3	P3	5,58±0,21 ^{ns}
4	P4	5,67±0,15 ^{ns}

Keterangan:

1. Data di sajikan dalam bentuk rata-rata dari 4 Perlakuan 5 ulangan ±standar deviasi
2. Superskrip pada kolom yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan yang nyata (non signifikan)
3. P1, P2, P3, P4= penambahan tepung kelor+tepung hati ayam pada *cookies kambambang*: 2%, 4%, 6%, 8%.

Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai pH *cookies kambambang* berada pada kisaran 5,49-5,76, dengan nilai masing-masing perlakuan yaitu P1 (5,76), P2 (5,49), P3 (5,58), dan P4 (5,67). Secara statistik, seluruh perlakuan tidak menunjukkan perbedaan yang nyata ($P>0,05$), sehingga dapat disimpulkan bahwa variasi penambahan tepung hati ayam dan tepung kelor belum memberikan pengaruh signifikan terhadap tingkat keasam produk. Rentang pH tersebut menunjukkan bahwa *cookies* yang dihasilkan bersifat sedikit asam dan mendekati netral. Jika dibandingkan dengan karakteristik umum produk bakery, nilai pH *cookies* biasanya berada pada kisaran 5,0-7,0 tergantung pada komposisi bahan dan proses pengolahan (Manley dkk 2011). Hasil penelitian ini juga sejalan dengan temuan (Saini, 2016) serta Leone *et al.*, (2015), yang melaporkan bahwa penambahan daun kelor sebagai bahan fortifikasi dalam jumlah moderat tidak memberikan perubahan yang signifikan terhadap pH produk olahan

berbasis tepung. Hal ini menunjukkan bahwa meski pun terdapat variasi komposisi bahan, sistem kimia dalam adonan masih mampu mempertahankan kestabilan pH.

Stabilnya nilai pH pada seluruh perlakuan dapat dijelaskan melalui adanya sistem penyangga (buffer system) dalam adonan. Protein dari tepung hati ayam memiliki gugus amino dan karboksil yang bersifat amfoter, sehingga mampu menetralkan perubahan asam maupun basa selama proses pencampuran dan pemanggangan. Selain itu, mineral yang terkandung dalam bahan juga berkontribusi dalam menjaga keseimbangan pH. Meskipun daun kelor mengandung senyawa fenolik dan asam organik, jumlah yang digunakan dalam penelitian ini belum cukup tinggi untuk menggeser keseimbangan asam basa secara signifikan. Penurunan pH pada P2 (5,49) secara numerik mengindikasikan adanya peningkatan komponen asam, namun tidak berbeda nyata secara statistik, yang menunjukkan bahwa efek tersebut masih dalam variasi normal. Selain itu, selama pemanggangan dapat terjadi reaksi maillard dan reaksi kimia lainnya yang menghasilkan senyawa asam dalam jumlah kecil (Fida, 2022), tetapi kontribusinya tidak cukup besar untuk menyebabkan perubahan signifikan.

Berdasarkan SNI 2973:2011, parameter pH tidak termasuk dalam kriteria utama mutu cookies, karena produk ini tergolong pangan kering dengan kadar air rendah, sehingga stabilitasnya lebih dipengaruhi oleh kadar air dan aktivitas air dibandingkan tingkat keasaman. Dengan demikian, meskipun terdapat variasi nilai pH antar perlakuan, seluruhnya masih berada dalam kisaran normal produk bakery dan tidak menunjukkan adanya penyimpangan mutu.

Secara keseluruhan, dapat disimpulkan bahwa variasi penambahan tepung hati ayam dan tepung kelor tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap

pH cookies kambambang. Stabilnya nilai pH ini menunjukkan bahwa formulasi yang digunakan memiliki sistem kimia yang seimbang, sehingga perubahan komposisi bahan tidak secara langsung memengaruhi tingkat keasaman produk akhir.

Kadar protein

Protein adalah salah satu zat gizi makro yang berperan sebagai sumber asam amino, baik esensial maupun non-esensial, yang dibutuhkan tubuh untuk pertumbuhan, perbaikan jaringan, serta proses metabolisme. Asam amino tersebut memiliki fungsi penting dalam pembentukan enzim, hormon, dan struktur sel (Gopalakrishnan dkk 2016). Hasil perhitungan pH pengolahan cookies kambambang dengan penambahan tepung hati ayam dan tepung kelor dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Rata-rata kadar air cookies kambambang dengan pemanfaatan

No	Perlakuan	Total protein
1	P1	1,82
2	P2	1,86
3	P3	1,68
4	P4	2,14

Hasil pengujian kadar protein berkisar antara 1,68-2,14%, dengan nilai tertinggi pada perlakuan P4 (2,14) dan terendah pada P3 (1,68%). Pola ini menunjukkan bahwa peningkatan level penambahan tepung hati ayam dan tepung kelor tidak menghasilkan peningkatan kadar protein secara linier, karena terjadi penurunan pada perlakuan P3.

Jika dibandingkan dengan standar mutu biskuit berdasarkan SNI 2973:2001, kadar protein minimal yang disyaratkan adalah sekitar 5%, sehingga seluruh perlakuan dalam penelitian ini masih berada di bawah standar tersebut. Perbedaan ini menunjukkan bahwa faktor selain komposisi bahan turut memengaruhi kadar protein pada produk akhir.

Penurunan kadar protein pada perlakuan P3 mengindikasikan adanya interaksi antara komponen dalam sistem pangan. Daun kelor (*Moringa oleifera*)

mengandung senyawa fenolik seperti tanin dan flavonoid yang dapat berikatan dengan protein membentuk kompleks yang kurang larut, sehingga sebagian protein tidak terdeteksi secara optimal dalam analisis (Moyo, *et al.*, 2011). Selain itu, kemungkinan terjadi ketidakseimbangan proporsi bahan, dimana peningkatan tepung kelor tidak diimbangi secara proporsional oleh tepung hati ayam sebagai sumber utama protein, sehingga kontribusi protein total menjadi lebih rendah. Proses pemanggangan juga berperan melalui reaksi Maillard antara gugus amino bebas dan gula pereduksi yang dapat mengubah struktur protein, sehingga menurunkan jumlah protein yang terukur meskipun nitrogen total tetap. Sebaliknya, peningkatan kadar protein pada perlakuan P4 menunjukkan bahwa pada level tersebut kontribusi tepung hati ayam sebagai sumber protein lebih dominan dibandingkan efek pengikatan oleh senyawa fenolik dari kelor. Hal ini menegaskan bahwa kadar protein tidak hanya dipengaruhi oleh jumlah bahan, tetapi juga oleh keseimbangan komposisi serta interaksi kimia selama proses.

Dengan demikian, meskipun terjadi peningkatan kadar protein pada perlakuan tertentu, nilai yang dihasilkan masih belum memenuhi standar SNI. Hal ini menunjukkan bahwa formulasi yang digunakan belum optimal untuk menghasilkan produk dengan klaim sebagai sumber protein. Oleh karena itu, diperlukan optimasi lebih lanjut melalui peningkatan proporsi bahan berprotein tinggi atau kombinasi dengan sumber protein lain agar mutu gizi produk dapat ditingkatkan.

Uji organoleptik

Hasil perhitungan pH pengolahan cookies kambambang dengan penambahan tepung hati ayam dan tepung kelor dapat di lihat pada tabel 4.

Tabel 4. Rata-rata uji organoleptik cookies kambambang

Perlakuan	Warna	Rasa	Tekstur	Kesukaan
P1	1,85±0,81 ^{ns}	1,90±0,64 ^{bc}	2,45±0,75 ^{ns}	3,00±0,72 ^a
P2	2,35±0,74 ^{ns}	2,300±0,57 ^{ab}	2,40±0,82 ^{ns}	2,60±0,59 ^a b
P3	2,30±0,65 ^{ns}	2,45±0,82 ^a	2,25±0,63 ^{ns}	2,50±0,87 ^b c
P4	2,15±0,74 ^{ns}	2,70±0,92 ^a	2,55±0,60 ^{ns}	2,80±0,69 ^a b

Keterangan: - angka yang diikuti superskrip pada baris yang sama menunjukkan perbedaan nyata (P,0,05)
Ns : tidakl berbeda nyata

Berdasarkan hasil analisis uji organoleptik, perlakuan P1-P4 menunjukkan adanya variasi tingkat penerimaan panelis terhadap atribut warna, rasa, tekstur dan kesukaan keseluruhan pada *cookies kambambang* dengan penambahan tepung hati ayam dan tepung kelor. Secara umum, nilai warna tertinggi diperoleh pada P2, sedangkan nilai rasa dan tekstur tertinggi terdapat pada P4, serta tingkat kesukaan keseluruhan tertinggi pada P1. Perbedaan ini berkaitan dengan kandungan klorofil pada daun kelor (Catur, 2025), terjadinya Reaksi maillard selama pemanggangan (Febriantini, 2016) serta interaksi antara senyawa fenolik dan protein yang mempengaruhi karakteristik cita rasa. Temuan ini mengindikasikan bahwa peningkatan nilai gizi melalui fortifikasi tidak selalu diikuti oleh peningkatan penerimaan sensori, sehingga diperlukan formulasi yang seimbang antara aspek nutrisi dan preferensi konsumen.

Warna

Nilai warna cookies berada pada kisaran 1,85-2,35 dan tidak menunjukkan perbedaan nyata antar perlakuan (P>0,05). Meskipun secara numerik terjadi peningkatan dari P1 ke P2 dan P3, kemudian sedikit menurun pada P4, perbedaan tersebut tidak signifikan secara statistik. Hal ini menunjukkan bahwa variasi proporsi tepung hati ayam dan tepung kelor belum cukup memberikan

perubahan yang berarti terhadap persepsi visual panelis, meskipun terjadi perubahan komposisi bahan (Satria Wati Pade, 2018).

Nilai warna tertinggi terdapat pada perlakuan P2 (2,35), sedangkan terendah diperoleh pada P1 (1,85). Skor warna yang lebih tinggi pada P2 menunjukkan bahwa kombinasi bahan pada perlakuan tersebut menghasilkan tampilan yang lebih menarik. Daun kelor memberikan warna hijau melalui kandungan klorofil, sedangkan selama pemanggangan berlangsung reaksi maillard yang menghasilkan warna coklat Menurut (Sari dkk 2014) (Fida, 2022). Hasil ini sejalan dengan penelitian pada produk bakery berbasis fortifikasi daun kelor yang melaporkan bahwa warna produk lebih dipengaruhi oleh dominasi reaksi Maillard dibandingkan pigmen klorofil, terutama pada tingkat penambahan rendah hingga sedang. Dengan demikian, warna produk lebih ditentukan oleh interaksi antara pigmen alami dan reaksi pemanasan, sehingga perbedaan antar perlakuan menjadi tidak signifikan.

Rasa

Parameter rasa menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$), yang ditunjukkan oleh perbedaan superskrip antar perlakuan. Nilai rasa pada P1 cenderung lebih rendah dibandingkan perlakuan lainnya, sedangkan P3 dan P4 menunjukkan nilai yang lebih tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan level fortifikasi memberikan pengaruh terhadap cita rasa, khususnya pada kombinasi bahan dengan proporsi tertentu.

Peningkatan nilai rasa pada P3 dan P4 berkaitan dengan kontribusi tepung hati ayam yang berperan dalam pembentukan rasa gurih melalui reaksi maillard. Selama pemanggangan, berbentuk senyawa volatil seperti pirazin, aldehid, dan keton yang memberikan aroma khas produk bakery. Selain itu, kandungan asam glutamat pada hati ayam berkontribusi terhadap sensasi umami yang meningkatkan tingkat penerimaan panelis (Wardhani,

Hadisuyitno, 2025). Sebaliknya nilai rasa lebih rendah pada P1 dan P2 berkaitan dengan dominasi senyawa fenolik dari daun kelor, seperti sapoin dan tanin, yang menimbulkan rasa pahit dan langu (Leone *et al.*, 2015) (Falowo *et al.*, 2018). Fenomena ini menunjukkan adanya hubungan antagonistik antara senyawa fenolik dan penerimaan sensori, dimana peningkatan nilai fungsional dapat menurunkan tingkat kesukaan apabila tidak diimbangi dengan komponen penyeimbang rasa. Dengan demikian, perbedaan rasa antar perlakuan tidak hanya dipengaruhi oleh jumlah bahan, tetapi juga oleh interaksi kimia yang membentuk profil cita rasa secara kompleks.

Tekstur

Nilai tekstur berada pada kisaran yang hampir sama, yaitu 2,45-2,55, dan tidak menunjukkan perbedaan nyata ($P > 0,05$). Hal ini menunjukkan bahwa penambahan tepung hati ayam dan tepung kelor belum memberikan pengaruh signifikan terhadap tekstur cookies.

Pembentukan gluten dari tepung terigu merupakan faktor utama dalam menuntukkan struktur produk bakery (Putri, 2023). Pada penelitian ini, meskipun terjadi substitusi sebagian tepung terigu dengan tepung non-gluten, proporsinya belum cukup tinggi untuk mengganggu pembentukan jaringan gluten secara signifikan. Selain itu, protein dari hati ayam dan serat dari daun kelor memang dapat mempengaruhi struktur lemah, namun pengaruhnya relatif kecil karena tepung terigu masih menjadi komponen dominan. Hasil ini juga konsisten dengan penelitian (Rasulu *et al.*, 2012). Selain itu, serat dari daun kelor dapat meningkatkan kemampuan menyerap air dan mempengaruhi struktur remah pada produk bakery (Sengev 2013) yang menyatakan bahwa substitusi tepung non-gluten pada tingkat rendah hingga sedang tidak memberikan perubahan signifikan terhadap tekstur cookies. Dengan demikian,

kestabilan tekstur pada semua perlakuan menunjukkan bahwa formulasi masih berada dalam batas penerimaan panelis.

Kesukaan

Parameter kesukaan menunjukkan adanya perbedaan nyata ($P > 0,05$) yang terlihat dari superskrip yang berbeda P1 (3,00^a) dan terendah pada P3 (2,50). Hal ini menunjukkan bahwa tingkat kesukaan panelis tidak selalu sejalan dengan peningkatan nilai gizi atau intensitas rasa. Skor tertinggi pada P1 mengindikasikan keseimbangan atribut sensori yang lebih sesuai dengan preferensi panelis, sedangkan penurunan pada p3 diduga akibat dominasi rasa pahit dari senyawa fenolik daun kelor. Meskipun P4 memiliki rasa lebih tinggi, tingkat kesukaan keseluruhan tetap lebih rendah, sehingga dapat disimpulkan bahwa keseimbangan atribut sensori lebih menentukan penerimaan produk. (Leone *et al.*, 2015).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, penambahan tepung hati ayam dan tepung kelor pada cookies kambambang berpengaruh terhadap kadar air, kadar protein, serta parameter sensori rasa dan kesukaan, namun tidak memberikan pengaruh nyata terhadap pH, warna, dan tekstur. Perlakuan P4 menghasilkan kadar air terendah (4,36%) yang telah memenuhi standar SNI sehingga berpotensi memiliki daya simpan lebih lama, serta kadar protein tertinggi (2,14) di bandingkan perlakuan lainnya, meskipun masih perlu optimasi untuk mencapai standar protein biskuit. Pada uji organoleptik, perlakuan P1 menunjukkan tingkat kesukaan tertinggi karena memiliki keseimbangan warna, rasa, tekstur yang paling tinggi sesuai dengan penerimaan panelis. Secara keseluruhan, fortifikasi tepung hati ayam dan tepung kelor dapat meningkatkan nilai gizi cookies kambambang tanpa menurunkan mutu sensori secara signifikan, sehingga berpotensi di kembangkan sebagai inovasi

pangan tradisional yang lebih bergizi dan bernilai tambah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak laboratorium unkriswina sumba dan laboratorium warmadewa bali atas bantuan selama penelitian dan selama proses analisis sampel serta kepada para panelis yang telah berpartisipasi dalam uji organoleptik cookies kambambang. Penulis juga berterima kasih kepada keluarga dan teman-teman atas dukungan selama penelitian berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

- Alifianita, N., & Aan, S. (2022). Kadar Air, Kadar Protein, Dan Kadar Serat Pangan Pada Cookies Dengan Substitusi Tepung Ubi Jalar Ungu Dan Tepung Rebung. *Jurnal Pangan Dan Gizi*, 12(2), 37–45.
- Annisa Fajar Aulia, Asrul Bahar, Amalia Ruhana, & Noor Rohmah Mayasari. (2024). Daya Terima Cookies Dengan Substitusi Tepung Kacang Merah Dan Penambahan Tepung Daun Kelor Sebagai Snack Sehat Untuk Remaja Putri Anemia Defisiensi Besi. *Jurnal Ilmu Kesehatan Dan Gizi*, 2(3), 146–163. <https://doi.org/10.55606/Jig.V2i3.3108>
- Augustyn, G. H. (2017). Pengaruh Penambahan Tepung Daun Kelor (Moringa Olifera) Terhadap Karakteristik Organoleptik Dan Kimia Biskuit Mocaf (Modified Cassava Flour). *Agritekno, Jurnal Teknologi Pertanian*, 6(2), 52–58. <https://doi.org/10.30598/Jagritekno.2017.6.2.52>
- Bekti K, D. E. P. (2017). Karakteristik Fisikimia Organoleptik Kerupuk Tapioka Dengan Fortifika Tepung Cangkang Telur Ayam. *Teknologi Pangan*, 4(1), 9–15.
- Catur, W. M. T. M. A. L. K. H. (2025). Perbedaan Pertumbuhan Tanaman Kelor Tangkai Hijau Dan Ungu Sebagai Panjatan Cabe Jamu. *Seminar Nasional Integrasi Pertanian Dan Peternakan*, 3(1), 9–14.
- Dewi, D. P. (2018). Substitusi Tepung Daun Kelor (Moringa Oleifera L.) Pada Cookies Terhadap Sifat Fisik, Sifat Organoleptik, Kadar Proksimat, Dan Kadar Fe. *Ilmu*

- Gizi Indonesia, 1(2), 104–112.
- Ernawaningtyas, D. E., & Yulinar, A. W. (2019). Uji Mutu Cookies Dengan Bahan Tambahan Tepung Kulit Pisang Raja (Musa Sapientum) Melalui Uji Organoleptik, Protein, Karbohidrat, Kadar Air, Kadar Abu. *Jurnal Medfarm: Farmasi Dan Kesehatan*, 8(2), 32–37.
- Falowo, A. B., Mukumbo, F. E., Idamokoro, E. M., Lorenzo, J. M., Afolayan, A. J., & Muchenje, V. (2018). Multi-Functional Application Of Moringa Oleifera Lam . In Nutrition And Animal Food Products : A Review. *Food Research International*, 106(2), 317–334.
- Febriantini, D., Mulyati, A. H., & Widiastuti, D. (2016). Karakteristik Proksimat Dan Organoleptik Ubi Jalar Merah (Ipomea Batatas (L .) Lam .) Pada Berbagai Proses Pemasakan. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia (Jipi)*, 21(1), 1–6. <https://doi.org/10.18343/jipi.21.1.1>
- Fida, R. (2022). Uji Hedonik Produk Hard Biscuit Pada Tepung Pisang Dengan Metode Annealing Dan Retrogradasi. *Jurnal Kaliagri*, 3(2), 43–50.
- Flora, R., Nisya, K. Z., & Yuliana, I. (2022). Nutrient And Hedonic Value In Cookies With Moringa (Moringa Oleifera) Leaf Fortification. 10(2), 71–78.
- Gopalakrishnan, L., Doriya, K., & Santhosh, D. (2016). Moringa Oleifera : A Review On Nutritive Importance And Its Medicinal Application. *Food Science And Human Wellness*, 5(2), 49–56. <https://doi.org/10.1016/j.fshw.2016.04.001>
- Henggu, Krisman Umbu Retang Elfis Umbu Katongu Indah, Rambu Hada Yuliana, Kolo; Wadu, Lenian Gede Lapu, Robinson Umbu Kalawai, Rambu Yeti Bureni, E. N. (2023). Pedamping Kelompok “Berkat Usaha Dalam Produksi Kambambang Berbahan Rumput Laut Euchema Spinosum Sebagai Cookies High Fiber Rendah Gluten.” *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 3(1), 7–13.
- Ina, Y. T., Sirappa, I. P., & Saragih, E. C. (2024). Pemanfaatan Tepung Kelor Dan Tepung Hati Ayam Melalui Diversifikasi Produk Kambambang Sebagai Upaya Pencegahan Stunting 1,2. 8(6), 7–12.
- Kurnia Sada Harahap, Sumartin, A. M. (2020). Pengujian Hedonik Pada Formulasi Cookies Coklat Dari Tepung Mangrove Avicennia Officinalis Dengan Penambahan Tepung Kacang Merah , Wijen , Dan Hati Ayam. *Aurelia Journal*, 2(1), 19–28.
- Leone, A., Spada, A., Battezzati, A., Schiraldi, A., Aristil, J., & Bertoli, S. (2015). Cultivation , Genetic , Ethnopharmacology , Phytochemistry And Pharmacology Of Moringa Oleifera Leaves : An Overview. *International Journal Of Molecular Sciences*, 16, 12791–12835. <https://doi.org/10.3390/ijms160612791>
- Maedy, Anggun Puspita Nanda; Mona, F. (2023). Stick Halo Berbahan Dasar Hati Ayam Dan Tepung Kacang Tolo (Vignia Unguiculata L.) Sebagai Makanan Selingan Sumber Zat Besi Dan Protein Bagi Remaja Putri Anemia. *Jurnal Inovasi Bahan Lokal Dan Pemberdayaan Masyarakat*, 2(2), 94–105. <https://doi.org/10.34011/jibpm.v2i2.2716>
- Moyo, B., Masika, P. J., Hugo, A., & Muchenje, V. (2011). Nutritional Characterization Of Moringa (Moringa Oleifera Lam .) Leaves. *African Journal Of Biotechnology*, 10(60), 12926–12933. <https://doi.org/10.5897/ajb10.1599>
- Ntsame, A. L., Fox, G. P., Sigge, G. O., Manley, M., & Britz, T. J. (2011). Simultaneous Prediction Of Acidity Parameters (Ph And Titratable Acidity) In Ke Fi R Using Near Infrared Re Fl Ectance Spectroscopy. *International Dairy Journal Journal*, 21, 896–900. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2011.04.016>
- Pade, S. W., & Akuba, H. (2018). Pemanfaatan Tepung Ubi Kayu Sebagai Substitusi Tepung Terigu Dalam Pembuatan Biskuit. *Journal Of Agritech Science*, 2(1), 1–9.
- Putri, D. A. (2023). Evaluasi Fisik Terhadap Penggunaan Tepung Komposit Pada Kualitas Cookies. *Journal Of Food Science And Technology*, 3(1), 1–26. <https://doi.org/10.33830/fsj.v3i1.3696> 2023
- Rara, R., Aldefinna, L., & Rohmansyah, R. (2025). Perbandingan Daya Terima Dan Karakteristik Cookies Tepung Hati Ayam

- Kampung Dan Tepung Pisang Kepok.* 27(1), 30–36.
<https://doi.org/10.29238/jnutri.v27i1.395>
- Rasulu, H., Yuwono, S. S., & Kusnadi, J. (2012). Karakteristik Tepung Ubi Kayu Terfermentasi Sebagai Bahan Pembuatan Sagukasbi. *Jurnal Teknologi Pertanian Vol.*, 13(1), 1–7.
- Saini, R. K. (2016). Phytochemicals Of Moringa Oleifera : A Review Of Their Nutritional , Therapeutic And Industrial Significance. *3 Biotech*, 6(2), 2–14.
<https://doi.org/10.1007/s13205-016-0526-3>
- Sari, D. K., Marliyati, S. A., Kustiyah, L., Khomsan, A., & Gantohe, T. M. (2014). Uji Organoleptik Formulasi Biskuit Fungsional Berbasis Tepung Ikan Gabus (*Ophiocephalus Striatus*) The Organoleptic Functional Biscuit Formulation Based. *Agritech*, 34(2), 120–125.
- Sengev, A. I., Abu, J. O., & Gernah, D. I. (2013). Effect Of Moringa Oleifera Leaf Powder Supplementation On Some Quality Characteristics Of Wheat Bread. *Food And Nutrition Sciences*, 3(4), 270–275.
<https://doi.org/10.4236/fns.2013.43036>
- Simanungkalit Lisa Putri, Subekti Sri Subekti, A. S. N. (2018). Uji Penerimaan Produk Cookies Berbahan Dasar Tepung Ketan Hitam. *Media Pendidikan, Gizi Dan Kuliner*, 7(2), 31–43.
- Suciati, N, K & Wiarta, I. W. (2023). Dampak Metode Outing Class Learning Berbantuan Media Lingkungan Hidup Terhadap Kompetensi Pengetahuan Ips Kelas Iv. *Indonesian Journal Of Instruction*, 4(3), 230–239.
- Sulaeman, P. A., & Septiyani, R. (2023). Pengembangan Produk Cookies Dengan Penambahan Tepung Hati Ayam Terhadap Nilai Gizi Dan Mutu Sensoris Cookies. *Journal Of Food And Culinary*, 6(2), 102–115.
<https://doi.org/10.12928/jfc.v6i2.9570>
- Umanahu, I., Polnaya, F. J., & Breemer, R. (2023). Pengaruh Konsentrasi Tapioka Terhadap Karakteristik Kimia Dan Organoleptik Kerupuk Sawi (*Brassica Chinensis Var Parachinensis*) Effect Of Tapioca Concentration On Chemical And Organoleptic Characteristics Of Mustard (*Brassic.* *Jurnal Agrosilvopasture-Tech*, 2(2), 240–247.
- Wardhani, S. A., Palupi, F. D., & Hadisuyitno, J. (2025). Daya Terima Dan Kandungan Gizi Dimsum Berbasis Hati Ayam, Daun Kelor, Dan Jamur Tiram Sebagai Camilan Untuk Remaja Putri. *Jurnal Sago Gizi Dan Kesehatan*, 6(2), 246–257.