

PENGARUH PENAMBAHAN TEPUNG HATI AYAM DAN TEPUNG KELOR TERHADAP FISIKOMIAWI COOKIES KAMBAMBANG

*The Effect Of Addition Of Chicken Liver Flour And Moringa Flour On The Physicochemical
Properties Of Kambambang Cookies*

Agnes Rambu Riti 1¹*, Yessy Tamu Ina 2¹

^{1,2}Program Studi Peternakan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Kristen Wira acana Sumba
Jl. R. Suprpto No. 35. Prailiu. Kecamatan Kampera, Kabupaten Sumba Timur, NTT

*Korespondensi Penulis: agnesrsmburiti@gmail.com

ABSTRACT

Kambambang is a traditional food of the Sumbanese people that contains cultural values of local wisdom and needs to be preserved. However, its processing is still limited because it generally uses only cassava flour, grated coconut, and sugar, resulting in relatively low nutritional value and limited potential for development as a modern snack. Therefore, this study aimed to analyze the effect of adding moringa leaf flour and chicken liver flour on the physicochemical characteristics of kambambang cookies. This study used four treatments: P1 (3%), P2 (5%), P3 (7%), and P4 (9%). The parameters analyzed included water content, pH, organoleptic properties (color, taste, texture, and preference level), and iron (Fe) content measured using the ICP-OES method. The results showed that increasing the level of fortification affected several characteristics of the cookies. Treatment P4 (9%) produced the lowest water content with a pH value within the normal range, slightly brown color, and a slightly crunchy texture, while panelist acceptance was categorized as somewhat preferred. Meanwhile, treatment P2 (5%) showed the highest level of preference and optimal iron content compared to other treatments. Consumption of 100 g of cookies from the best treatment was able to contribute approximately 15–16% of the daily iron requirement for adolescent girls. Overall, fortification with moringa leaf flour and chicken liver flour has potential to improve nutritional value, especially iron content, while maintaining acceptable sensory quality.

Keywords: *Kambambang Cookies, Moringa Flour, Chicken Liver Flour, Organoleptic, Fe*

PENDAHULUAN

Kelor merupakan tanaman yang cukup bagus dalam mendukung kesehatan bagi yang hobi mengkonsumsi kelor. Masyarakat mempercayai tanaman ini sebagai sumber pangan fungsional karena kadar gizi yang cukup tinggi. Tanaman kelor adalah sayur hijau yang segar sehingga cepat mengalami kerusakan. Pembuatan tepung kelor bisa memperpanjang masa penyimpanan. Tepung daun kelor juga dapat digunakan untuk bahan tambahan pangan. Tanaman kelor juga cukup berperan baik dan

mengatasi permasalahan kekurangan gizi, kelebihanannya mudah didapat, kandungan nutrisinya tinggi (Diah *et al*, 2020); (Ismawati *et al.*, 2021).

Komposisi nutrisi kelor yaitu protein nabati (27,10 g), serat (19,20 g), lemak (2,30 g), vitamin A-B (16,30g), karbohidrat (38,20). Selain itu, tepung kelor kaya akan mineral seperti kalsium 2003 mg, zat besi 28,20 mg, magnesium 368 mg, serta kalium 1324 mg per 100 g, dan vitamin A (β -karoten), vitamin B kompleks, vitamin C, dan vitamin E (Ismawati *et al*, 2021). Komposisi nutrisi kelor menunjukkan sangat

berpotensi untuk digunakan sebagai bahan penambahan untuk meningkatkan kualitas nutrisi dari produk makanan.

Hati ayam merupakan salah satu bagian jeroan dari ternak unggas yang ketersediaannya cukup melimpah dipasaran serta memiliki harga yang relatif terjangkau, meskipun demikian, pemanfaatan hati ayam sebagai produk olahan pangan khususnya camilan, masih tergolong terbatas. Padahal hati ayam diketahui memiliki kandungan gizi yang cukup tinggi, terutama protein dan mineral penting seperti zat besi (Annisa, 2023). Salah satu bentuk pemanfaatan hati ayam adalah dengan mengolahnya menjadi tepung hati ayam. Produk ini di buat dari organ hati ternak unggas, khususnya ayam, yang diproses hingga menjadi tepung. Walaupun penggunaannya belum banyak dikenal secara luas, tepung hati ayam memiliki potensi besar sebagai bahan tambahan dalam produk pangan karna kandungan nutrisinya yang tinggi. Hati ayam juga dikenal sebagai sumber zat besi heme yang mudah diserap oleh tubuh serta mudah diperoleh di dibandingkan beberapa sumber zat besi lainnya. Selain itu, kandungan zat gisinya juga relatif lebih tinggi jika dibandingkan dengan sumber zat besi nabati seperti kacang-kacangan dan sayuran.

Secara umum, Komposisi gizi tepung hati ayam meliputi energi sekitar (261 kkal/100 g), protein (27,4 g), serta lemak sebanyak (16,1 g). Selain itu, tepung hati ayam juga mengandung berbagai mineral penting, diantaranya fosfor sebesar 373 mg, dan zat besi sebesar 15,8 mg dalam setiap 100 gram (Tabel Komposisi Pangan Indonesia, 2017; (Malichati & Adi, 2018).

Meskipun *cookies* merupakan produk yang populer, sebagian besar produk yang beredar masih memiliki kandungan gizi yang relatif rendah, terutama dalam hal zat besi. Disisi lain, kambambang sebagai pangan lokal khas sumba memiliki potensi untuk dikembangkan menjadi produk pangan olahan yang lebih bernilai gizi, namun pemanfaatannya masih terbatas.

Selain itu, penelitian mengenai pengembangan cookies berbasis kambambang dengan penambahan bahan pangan bergizi seperti tepung hatiayamasih sangat terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini menjadi penting untuk meningkatkan nilai gizi cookies sekaligus mengoptimalkan pemanfaatan pangan lokal, sehingga dapat mendukung diversifikasi pangan dan perbaikan status gizi masyarakat (Malichati & Adi, 2018).

Beberapa penelitian yang telah melaporkan bahwa pemanfaatan tepung kelor dan tepung hati ayam sebagai bahan tambahan pangan, kajian yang menggabungkan kedua bahan dalam pengembangan makanan tradisional lokal masih sangat terbatas. Selain itu, laporan mengenai pengaruh perpaduan tepung kelor dan tepung hati ayam terhadap karakteristik fisik dan rasa makanan tradisional masih langka, khususnya pada produk pangan spesifik dari wilayah sumba.

Makanan khas tradisional masyarakat sumba yang memiliki budaya dan kearifan lokal yang perlu di lestarikan adalah kambambang, Namun, pengolahan kambambang selama ini masih sangat terbatas karena umumnya hanya berbahan dasar tepung ubi, kelapa parut dan sedikit gula lalu di pipihkan dan di bakar langsung di atas bara api, sehingga Kandungan gizinya masih relatif rendah serta kurang menarik untuk di kembangkan sebagai produk pangan modern (Henggu *et al.*, 2023). Sampai saat ini, inovasi pengolahan kambambang dengan penambahan bahan pangan bergizi tinggi, seperti tepung kelor dan tepung hati ayam, belum banyak dikaji secara ilmiah, terutama terkait mutu fisikokimia dan tingkat penerimaan konsumen.

Oleh sebab itu penting untuk melakukan kajian mengenai pengaruh penambahan tepung hati ayam dan tepung kelor guna melihat perubahan karakteristik fisik, kimia, dan sensori pada produk *Cookies Kambambang*. Tujuannya adalah menghasilkan produk pangan tradisional inovatif yang tidak hanya bergizi tinggi dan

kompetitif secara komersial tetapi juga tetap berpijak pada warisan budaya khas masyarakat sumba.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini mencakup: Bokor, Talenan, gunting, plastik *zipper bag*, aluminium foil, stiker label, tisu, batang pengaduk, *besker glass*, 250 ml (*Pyrex*, USA), timbangan digital (Camry, Indonesia), blender (philips, Indonesia), Kompor gas (Rinnai, Indonesia), oven listrik (Maspion, Indonesia), mortal dan alu, pH meter (Hanna Instruments, USA), Serta Cetakan *Cookies*.

Pelaksanaan penelitian ini didukung oleh penggunaan bahan seperti: tepung terigu (lencana merah) sebanyak 400 g, tepung ubi sebanyak 40 g, tepung kelor (sesuai perlakuan), tepung hati ayam (sesuai perlakuan), kuning telur sebanyak 2 butir, Gula Halus (Gulaku) sebanyak 50 gram, Mentega (Bluband) sebanyak 250 g, kelapa sangrai 50 g, pewarna kuning telur 3 ml, susu dancow sebanyak 26 g, beaking powder sebanyak 1 g, minyak goreng, bawang bombay, *Chococips*.

Tabel 1. Formulasi perlakuan produk olahan

Perlakuan	Tepung terigu (g)	Tepung Ubi (g)	Tepung kelor (g)	Tepung hati ayam (g)
P1	400	40	3	3
P2	400	40	5	5
P3	400	40	7	7
P4	400	40	9	9

Tahapan Penelitian

Proses pembuatan kambambang di bagi menjadi beberapa tahap:

1. Pembuatan Tepung Ubi (Subandoro et al., 2013) .

Teknik pembuatan tepung ubi kayu yaitu di lakukan dengan cara tradisional yang umumnya di lakukan oleh masyarakat sumba: ubi kayu yang sudah di keringkan di tumbuk dengan lesung untuk menghasilkan tepung, kemudian di ayak supaya dapat menghasilkan tepung yang halus.

2. Pembuatan Tepung Kelor (Kurniawati et al., 2018).

Daun kelor dipisahkan dari tangkainya, dicuci bersih, ditiriskan, lalu diangin-anginkan. Daun tersebut kemudian dikeringkan dibawah sinar matahari pagi pada pukul 09:00-12:00. Hal ini bertujuan agar senyawa aktif pada daun kelor tidak rusak akibat pemanasan yang berlebihan. Daun kelor yang telah kering dihaluskan menggunakan blender, lalu di ayak untuk mendapatkan tekstur tepung yang lebih halus. Tepung daun kelor dikemas dalam plastik *zipper bag* (plastik kedap udara) dan siap digunakan.

3. Pembuatan Tepung Hati Ayam (Azzahra & Suryaalamsah, 2024).

Hati ayam terlebih dahulu dibersihkan di bawah air mengalir, kemudian ditiriskan dan di tumis bersama bawang bombay selama kurang lebih 3 menit hingga matang. Hati ayam yang telah matang selanjutnya dilumatkan dan dikeringkan menggunakan oven pada suhu 60 °C selama 4 ja. Setelah kering, hati ayam dihaluskan dengan blender dan di ayak untuk mendapatkan tekstur yang halus. .

4. Pembuatan Cookies Kambambang (Ina et al, 2024).

Teknik pembuatan *Cookies Kambambang* dilakukan dengan cara adonan kering seperti tepung ubi, tepung kelor, tepung hati ayam, tepung terigu, gula halus, susu dancow, kelapa sangrai di aduk semua bahan sampai tercampur merata setelah tercampur merata lalu tambahkan mentega, telur ayam, pewarna kuning telur, semua bahan di campur hingga adonan kalis. Tahap pembentukan dilakukan dengan memipihkan adonan menggunakan rol dan mencetaknya secara seragam, di ikuti dengan menambahkan choco chips untuk estetika produk. Proses dilanjutkan dengan pemanggangan dengan suhu kurang lebih 60 °C , dengan lama waktu 15-25 menit. Hingga matang. Hasil

pemanggangan kemudian dikemas secara higienis dalam *zipper bag* untuk dianalisis sesuai parameter penelitian.

Rancangan Percobaan

Penelitian ini menerapkan metode eksperimental dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RA) yang mencakup 4 perlakuan 5 ulangan. Adapun desain penelitian yang ditetapkan terdiri dari P1 dengan penambahan tepun kelor dan tepung hati ayam sebesar 3%, P2 sebesar 5%, P3 sebesar 7%, serta P4 dengan konsentrasi penambahan mencapai 9%.

Metode Analisis

Parameter pengamatan dalam penelitian ini dianalisis secara bertahap mulai dari pengujian fisik, kimia, hingga organoleptik. Pertama, kadar air di tentukan dengan metode pengeringan oven hingga mencapai bobot konstan. Kedua, pengukuran nilai pH dilakukan dengan pH meter yang telah dikalibrasi. Ketiga, kadar zat besi dianalisis menggunakan metode ICP-OES (18-13-1/MU). Terakhir pengujian organoleptik yang meliputi parameter warna, rasa, tekstur dan tingkat kesukaan dilakukan dengan melibatkan panelis melalui uji hedonik.

Data kuantitatif diperoleh dari hasil pengujian kadar air dan pH dianalisis menggunakan *Analysis of variance* (ANOVA) pada taraf 5%. apabila hasil menunjukkan pengaruh nyata, analisis dilanjutkan dengan uji Wilayah Ganda Duncan (Steel *et al.*, 1997). Sementara itu, data zat besi dan organoleptik dianalisis secara deskriptif, dimana khusus untuk tingkat kesukaan di uji menggunakan uji non-parametrik *kriskal-wallis* dan dilanjutkan dengan uji beda nyata *mann-whitney* (modifikasi dari jannah, 2014).

HASIL DAN PEMBASASAN

Kadar Air

Hasil analisis statistik pada parameter kadar air menunjukkan bahwa jika nilai signifikan lebih besar dari ($P > 0,05$),

maka variasi perlakuan tidak memberikan pengaruh yang nyata. Namun, apabila hasil menunjukkan perbedaan nyata ($P < 0,05$), hal tersebut menindikasikan bahwa variasi komposisi bahan pada masing-masing perlakuan memberikan dampak signifikan terhadap kadar air *Cookies* yang dihasilkan.

Tabel 2. Nilai Rata-Rata persentase kadar air *Cookis Kambambang*

Perlakuan	Rata-rata kadar air
P1 (3%)	5,24±0,25 ^{ab}
P2 (5%)	7,50±0,16 ^a
P3 (7%)	5,22±0,25 ^{ac}
P4 (9%)	3,39±0,36 ^d

Keterangan:

- ✚ Data di sajikan dalam bentuk rata-rata dari 4 Perlakuan 5 ulangan ±standar deviasi
- ✚ Superskrip pada kolom yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata $P < 0,05$
- ✚ P1, P2, P3, P4= penambahan tepung kelor+tepung hati ayam pada *cookies kambambang*: 3%, 5%, 7%, 9%.

Berdasarkan hasil analisis rata-rata kadar air pada perlakuan adalah P1 (3%) sebesar 5,24±0,25%, P2 (5%) sebesar 7,50±0,16%, P3 (7%) sebesar 5,22±0,25%, dan P4 (9%) sebesar 3,39±0,36%. Kadar air tertinggi terdapat pada P2 (7,50) menunjukkan bahwa penambahan tepung kelor 5% dan tepung hati ayam 5% dapat meningkatkan kadar air tinggi karena gugus hidrofolik dari protein dan serat yang mampu menahan air selama pemanggangan.

Pada P4 kadar air menurun menjadi 3,39% dikarenakan peningkatan total padatan dan struktur adonan yang lebih kompak sehingga mempercepat penguapan air (Syaiful *et al.*, 2018) Berdasarkan SNI 01- 2973:2011 (BSN, 2011) syarat kadar air maksimum pada *Cookies* adalah 5%. Dari semua perlakuan pada penelitian yang memenuhi standar SNI terdapat pada P4 (3,39%).

Adanya perbedaan pada perlakuan diduga karena dipengaruhi oleh komposisi bahan penyusun *cookies*. Terlebih kandungan protein dan serat. Protein memiliki kemampuan mengikat air (*water holding capacity*) melalui gugus hidrofilik yang

mampu berinteraksi dengan molekul air, sehingga dapat meningkatkan kadar air produk (Adawiyah *et al.*, 2021). Selain itu, bahan yang mengandung serat pangan seperti tepung kelor juga berperan dalam mengikat air selama proses pencampuran dan pemanasan.

Namun, pada konsentrasi yang lebih tinggi kadar air justru mengalami penurunan. Hal ini dikarenakan meningkatnya proporsi bahan kering sehingga fraksi air relatif rendah. Menurut (Hayati *et al.*, 2017), kadar air dalam bahan pangan sangat dipengaruhi oleh komposisi bahan kimia, terutama kandungan protein, serat, dan total padatan, serta proses pengolahan seperti pemanasan yang dapat menyebabkan evaporasi air.

Kadar air menjadi para meter krusial yang menentukan kualitas serta masa simpan suatu produk pangan. Secara umum, produk dengan kandungan air yang minimal memiliki daya tahan simpan yang lebih panjang. Hal ini disebabkan oleh rendahnya nilai aktifitas air yang mampu menghambat proliferasi mikroorganisme perusak (Apriyani *et al.*, 2025).

Pada proses pembuatan *Cookies Kambambang*, tahap pemanggangan berperan penting dalam menurunkan kadar air. Produk yang dimasukkan ke dalam oven akan mengalami pemanasan sehingga air dalam adonan menguap. (Izzah *et al.*, 2024) menyatakan bahwa bahan pangan yang dipanaskan akan mengalami penguapan air akibat transfer panas. Hal ini didukung oleh Tibahary (2018) yang menjelaskan bahwa selama proses pemanasan terjadi penguapan air yang menyebabkan kadar air produk menurun. Penurunan kadar air ini sangat berpengaruh terhadap tekstur *Cookies*, terutama tingkat kerenyahan.

Berdasarkan hasil penelitian, perlakuan dengan kadar air terendah yaitu P4 (9%) berpotensi menghasilkan tekstur *Cookies kambambang* yang lebih renyah dan memiliki daya simpan lebih baik. Namun, penentuan perlakuan terbaik tetap perlu mempertimbangkan parameter mutu lainnya

seperti warna, rasa, aroma, dan tingkat kesukaan panelis.

pH

Pengujian tingkat keasaman pada *Cookies Kambambang* adalah untuk mengetahui penyebab kerusakan yang disebabkan oleh mikroorganisme, karena tingkat keasaman juga berkaitan dengan pertumbuhan mikroba. Hasil analisis pengaruh penambahan tepung kelor dan tepung hati ayam terhadap nilai pH produk disajikan dalam tabel berikut:

Tabel 3. Rata-rata nilai pH *Cookies Kambambang* dengan berbagai tingkat penambahan tepung kelor dan tepung hati ayam.

Perlakuan	pH
P1 (3%)	5,60 ± 0,23 ^{ns}
P2 (5%)	5,40 ± 0,16 ^{ns}
P3 (7%)	5,68 ± 0,22 ^{ns}
P4 (9%)	5,59 ± 0,29 ^{ns}

Keterangan:

- ✚ Data di sajikan dalam bentuk rata-rata dari 4 Perlakuan 5 ulangan ±standar deviasi
- ✚ Superskrip pada kolom yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan yang nyata (non signifikan)
- ✚ P1, P2, P3, P4= penambahan tepung kelor+tepung hati ayam pada *cookies kambambang*: 3%, 5%, 7%, 9%.

Berdasarkan hasil pengujian tingkat keasaman (pH) *Cookies Kambambang* berada pada rentang 5,40 hingga 5,68. Nilai tertinggi tercatat pada perlakuan P3 (7%) dengan angka 5,68 ±0,22, sementara nilai terendah di temukan pada P2 (5%) yakni sebesar 5,40 ±0,16. Rendahnya selisih nilai pH antara perlakuan mengindikasikan bahwa substitusi tepung kelor dan tepung hati ayam hingga konsentrasi 9% tidak memberikan dampak yang signifikan terhadap sifat kimia produk yang secara keseluruhan tetap berada pada kategori sedikit asam.

Nilai pH produk di pengaruhi oleh komposisi kimia bahan penyusunnya, terutama kandungan protein, mineral, dan senyawa bioaktif. Tepung daun kelor yang

berasal dari tanaman *Moringa oleifera* diketahui memiliki kandungan protein, kalsium, kalium, magnesium, serta klorofil yang cukup tinggi (Wardana *et al.*, 2025) Mineral-mineral tersebut bersifat basa lemah sehingga berpotensi meningkatkan pH adonan ketika ditambahkan dalam jumlah tertentu. Hal ini diduga menjadi salah satu penyebab nilai pH relatif lebih tinggi pada perlakuan P3 (Fitiani, 2020).

Selain mineral, daun kelor juga mengandung senyawa fenolik dan flavonoid yang bersifat sedikit asam (Apriantini *et al.*, 2022), perubahan pH pada produk pangan dapat terjadi akibat interaksi antara komponen asam dan basa dalam bahan selama proses pengolahan. Oleh karena itu, keseimbangan antara kandungan mineral dan senyawa fenolik pada tepung kelor menyebabkan perubahan pH *cookies kambambang* tidak terlalu besar (Apriantini *et al.*, 2022).

Menurut Fitriani, Nur Riska, (2025) menyatakan bahwa substitusi tepung kelor dalam produk bakery umumnya tidak memberikan perubahan terhadap pH, tetapi sangat berpengaruh terhadap warna dan kandungan nutrisinya. Hal ini menunjukkan bahwa perbedaan level tepung kelor tidak menyebabkan fluktuasi pH yang besar

Hasil menunjukkan bahwa nilai pH *cookies kambambang* berkisar antara 5,40 hingga 5,68. Nilai tersebut tergolong aman dan memenuhi kriteria produk *cookies* yang baik. Berdasarkan SNI 2973:2011, standar mutu biscuits (*cookies*) tidak menyaratkan batasan pH secara spesifik, namun kisaran pH 5,0-7,0 umumnya dianggap ideal untuk menjaga kestabilan tekstur dan menghambat pertumbuhan mikroba patogen. Ditambah dengan kadar air yang rendah sangat menghambat pertumbuhan mikroba dan mendukung daya simpan produk (Siti *et al.*, 2025.) dengan demikian penam bahan tepung kelor pada *Cookies kambambang* mampu meningkatkan nilai

gizi tanpa mempengaruhi kestabilan pH secara signifikan.

Organoleptik

Pengujian organoleptik dilakukan terhadap 20 orang panelis yang telah memberikan persetujuan tertulis. Produk yang diuji telah dipastikan keamanannya melalui analisis pH, dan kadar air sebelum dikonsumsi oleh panelis. Pengujian meliputi parameter warna, rasa, tekstur, dan tingkat kesukaan (hedonik), dengan hasil dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 4. Nilai Rata-rata pengujian

Perlakuan	Warna	Rasa	Tekstur	Kesukaan
P1 (3%)	1,80 ^{bc}	2,15 ^{bc}	2,25 ^{ns}	2,90 ^{ns}
P2 (5%)	1,90 ^{ab}	2,45 ^{bc}	2,40 ^{ns}	3,10 ^{ns}
P3 (7%)	2,20 ^{ab}	2,70 ^{ab}	2,45 ^{ns}	2,85 ^{ns}
P4 (9%)	2,40 ^a	3,10 ^b	2,60 ^{ns}	2,80 ^{ns}

organoleptik pada *Cookies Kambambang*
Keterangan:

- ✚ Perbedaan nyata antar perlakuan ditandai dengan penggunaan superskrip yang berbeda pada kolom yang sama, sementara huruf yang sama menunjukkan hasil yang tidak signifikan secara statistik.
- ✚ Notasi ns digunakan untuk perlakuan yang tidak berbeda nyata pada taraf kepercayaan 95%.
- ✚ Variabel perlakuan terdiri penambahan kombinasi tepung kelor dan tepung hati ayam sebesar 3% (P1, 5% (P2, 7% (P3), 9% (P4).

Warna

Parameter warna dipengaruhi secara signifikan oleh perbedaan konsentrasi tepung kelor dan tepung hati ayam ($P < 0,05$). Skor tertinggi di raih oleh P4 (2,40^a), dan terendah pada P1 (1,80^{bc}). Secara statistik P4 berbeda nyata dengan P1 tetapi menunjukkan kesamaan karakteristik dengan P2 dan P3. Fenomena kenaikan skor warna ini berkaitan erat dengan meningkatnya intensitas pigmen alami serta efek karamelisasi atau reaksi pencoklatan yang terjadi selama pemanggangan.

Secara ilmiah perubahan warna pada *Cookies* dipengaruhi oleh stabilitas pigmen dan reaksi kimia saat pemanggangan. Penelitian terbaru pada *Cookies* yang

dengan penambahan tepung kelor menunjukkan bahwa klorofil mengalami degradasi selama proses pemanggangan sehingga warna hijau bertambah menjadi warna hijau gelap/hijau kecoklatan (Lestiarini *et al*, 2023). Perubahan ini terjadi karena pelepasan iron Mg^{2+} dari struktur klorofil yang membentuk feofitin ketika terkena suhu yang tinggi. Selain degradasi klorofil, warna *Cookies* juga dipengaruhi oleh reaksi pencokelatan non-enzimatis (reaksi Maillard).

Tepung hati ayam yang kaya protein menyediakan gugus amino yang bereaksi dengan gula pereduksi dalam adonan selama pemanggangan, menghasilkan senyawa melanoidin berwarna coklat. Studi pada *Cookies* fortifikasi kelor juga melaporkan bahwa peningkatan kandungan protein dalam formulasi dapat memperkuat intensitas pencokelatan akibat reaksi Maillard (Azzahra & Suryaalamah, 2024; Salsabila *et al.*, 2025). Selain itu, senyawa fenolik dalam daun kelor dilaporkan dapat mengalami oksidasi selama pengolahan termal dan turut berkontribusi terhadap perubahan warna pada produk bakery (Viviani *et al.*, 2024). Kombinasi antara degradasi klorofil, pembentukan melanoidin dari reaksi Maillard, serta oksidasi senyawa fenolik menyebabkan warna *cookies* kambambang cenderung menjadi hijau kecoklatan hingga lebih gelap pada perlakuan dengan konsentrasi lebih tinggi (Lembong *et al.*, 2025).

Meskipun secara kimiawi terjadi perubahan pigmen akibat proses pemanggangan dan interaksi komponen bahan, berdasarkan hasil analisis statistik antara komponen bahan dan proses pemanggangan tidak memberikan pengaruh nyata ($P > 0,05$) terhadap parameter warna. Temuan ini mengindikasikan bahwa perubahan warna yang dihasilkan berada dalam rentang toleransi dan tetap dapat diterima dengan baik oleh para panelis (Lestiarini *et al*, 2023). Dengan demikian, dapat disimpulkan

bahwa penambahan tepung kelor dan tepung hati ayam mempengaruhi prosedur pembentukan warna secara kimiawi, namun untuk formulasi yang digunakan perubahan tersebut belum cukup kuat untuk menghasilkan perbedaan dalam penilaian uji organoleptik warna.

Rasa

Berdasarkan Tabel 3, hasil analisis menunjukkan bahwa perlakuan memberikan pengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap parameter rasa *cookies kambambang*. Hal ini dapat dilihat dari adanya perbedaan superskrip pada setiap perlakuan.

Secara kuantitatif, skor rata-rata rasa meningkat seiring dengan peningkatan konsentrasi tepung kelor. Perlakuan P1 memperoleh skor 2,15 (*bc*), P2 sebesar 2,45 (*bc*), P3 sebesar 2,70 (*ab*), dan P4 sebesar 3,10 (*b*). Nilai tertinggi terdapat pada P4 (3,10), sedangkan nilai terendah pada P1 (2,15). Berdasarkan uji lanjut, P4 berbeda nyata dengan P1, sedangkan P2 dan P3 berada pada kelompok yang saling tumpang tindih (*bc* dan *ab*), sehingga tidak seluruh perlakuan berbeda satu sama lain, namun terdapat kecenderungan peningkatan skor rasa pada perlakuan dengan penambahan tepung kelor yang lebih tinggi.

Kelor diketahui mengandung senyawa bioaktif seperti flavonoid, saponin, dan tanin yang dapat memengaruhi cita rasa produk pangan. Flavonoid berkontribusi terhadap sensasi rasa khas (agak pahit dan sepat ringan) yang dalam konsentrasi tertentu justru dapat meningkatkan kompleksitas rasa dan daya terima panelis (Apriantini *et al.*, 2022)..

Pada konsentrasi yang lebih tinggi (P4), rasa khas kelor semakin dominan namun masih dapat diterima panelis, sehingga memperoleh skor tertinggi. Hal ini sejalan dengan pendapat Crowther (1999) yang menyatakan bahwa perbedaan formulasi bahan tambahan dapat memengaruhi tingkat penerimaan sensori

produk. Selain itu, Pokhrel (2024) melaporkan bahwa fortifikasi tepung kelor pada produk berbasis tepung dapat meningkatkan karakteristik rasa hingga batas tertentu sebelum menurunkan kesukaan panelis.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa penambahan tepung kelor pada *Cookies Kambambang* memberikan pengaruh nyata terhadap rasa, dengan perlakuan P4 menghasilkan skor rasa tertinggi. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi tepung kelor dalam batas tertentu mampu memperkaya cita rasa produk tanpa menurunkan penerimaan panelis secara signifikan.

Tekstur

Berdasarkan hasil uji organoleptik, parameter tekstur *Cookies Kambambang* menunjukkan pengaruh tidak nyata ($P > 0,05$) terhadap seluruh perlakuan. Nilai rata-rata tekstur berturut-turut adalah P1 (2,25), P2 (2,40), P3 (2,45), dan P4 (2,60). Seluruh perlakuan memiliki ns (non-signifikan, artinya penambahan tepung kelor dan tepung hati ayam tidak berpengaruh nyata terhadap tingkat kerenyahan *Cookies*. Secara numerik terlihat adanya kecenderungan peningkatan skor tekstur seiring meningkatnya konsentrasi tepung kelor, dimana P4 memiliki nilai tertinggi (2,60) dan P1 terendah (2,25). Meskipun terdapat variasi angka, hasil yang tidak signifikan menunjukkan bahwa tekstur cookies tetap terjaga meski di substitusikan dengan tepung kelor. Hal ini penting mengingat tekstur adalah penentu utama akseptabilitas konsumen. Menurut (Reynadia *et al.*, 2024), kualitas fisik ini ditentukan oleh formulasi bahan dan kadar air. Secara khusus, atribut kerenyahan pada cookies di hasilkan dari penguapan air dan pembentukan matriks struktur yang tepat selama tahap pemanggangan.

Daun kelor (*Moringa oleifera*) memiliki kandungan serat yang cukup tinggi, yang dapat memengaruhi struktur

adonan dengan mengganggu pembentukan jaringan gluten. Menurut (Reynadia *et al.*, 2024), tepung daun kelor kaya akan serat dan protein yang dapat memengaruhi sifat fisik dan tekstur produk pangan jika ditambahkan dalam jumlah tertentu. Selain itu, penelitian oleh Erniaty *et al.*, 2019 menunjukkan bahwa penambahan tepung daun kelor pada produk bakery dapat meningkatkan kandungan serat tanpa menurunkan mutu tekstur secara signifikan pada konsentrasi rendah hingga sedang.

Penelitian ini tidak ditemukan perbedaan nyata antar perlakuan, maka dapat diduga bahwa konsentrasi tepung kelor yang digunakan masih berada dalam batas toleransi formulasi adonan, sehingga kadar air dan struktur matriks *Cookies* relatif stabil. *Cookies* dengan kadar air rendah umumnya memiliki tekstur lebih renyah, sedangkan kadar air tinggi menyebabkan tekstur lebih lunak. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa penambahan tepung kelor pada *Cookies Kambambang* tidak berpengaruh nyata terhadap tekstur, namun secara numerik menunjukkan kecenderungan peningkatan kerenyahan. Hal ini menandakan bahwa fortifikasi tepung kelor dapat dilakukan tanpa menurunkan kualitas tekstur produk dan tetap dapat diterima oleh panelis.

Kesukaan

Hasil uji organoleptik menunjukkan bahwa variasi perlakuan tidak memberikan pengaruh nyata ($P > 0,05$) terhadap tingkat kesukaan panelis pada *cookies kambambang*. Hal ini diperkuat oleh perolehan skor rata-rata yang relatif seragam, yaitu P1 (2,90ns), P2 (3,10ns), P3 (2,85ns), dan P4 (2,80ns). Seluruh perlakuan ditandai dengan notasi ns (*non-signifikan*) yang mengindikasikan bahwa penambahan tepung hati ayam dan tepung kelor pada berbagai konsentrasi belum menghasilkan keberadaan perbedaan preferensi dimata panelis.

Walau tidak berbeda secara statistik, terdapat variasi nilai rata-rata secara

numerik di antara perlakuan. Skor tertinggi tercapai oleh P2 (3,10) dan yang masuk dalam kriteria suka, sementara skor terendah terdapat pada P4 (2,80) dengan rentang kriteria agak suka hingga suka. Hal ini mengindikasikan bahwa formulasi P2 merupakan kombinasi tepung hati ayam dan tepung kelor yang paling optimal dari sisi akseptabilitas panelis.

Tingkat kesukaan panelis dipengaruhi oleh kombinasi atribut sensori seperti warna, rasa, dan tekstur. Pada penelitian ini, perlakuan P2 memiliki keseimbangan warna yang tidak terlalu gelap, rasa yang masih dapat diterima (tidak terlalu dominan rasa khas kelor maupun hati), serta tekstur yang cukup renyah. Sementara itu, pada konsentrasi tepung kelor dan tepung hati yang lebih tinggi (misalnya P4), warna cenderung lebih gelap kehijauan dan rasa khas bahan fortifikan menjadi lebih kuat, sehingga sedikit menurunkan tingkat kesukaan meskipun tidak berbeda nyata secara statistik.

Secara umum, tingkat kesukaan merupakan hasil integrasi dari seluruh atribut sensori (Fitriani, Nur Riska, 2025). Apabila salah satu atribut terlalu dominan (misalnya rasa langu kelor atau aroma khas hati), maka dapat memengaruhi penerimaan panelis. Namun karena seluruh perlakuan masih berada pada kisaran nilai 2,80–3,10, maka dapat disimpulkan bahwa fortifikasi tepung hati dan tepung kelor pada *cookies kambambang* masih dapat diterima oleh panelis dan tidak menurunkan mutu sensori produk secara signifikan.

Zat Besi

Berdasarkan hasil pengujian menggunakan metode ICP-OES (18-13-1/MU) dapat dilihat pada tabel di bawah ini

Tabel 5. Hasil analisis pengujian menggunakan metode ICP-OES (18-13-1/MU).

Perlakuan	Kadar Fe (mg/100 g)
P1 (3%)	1,59
P2 (5%)	2,38

P3 (7%)	1,67
P4 (9%)	2,34

Keterangan:

- ✦ Data di sajikan dalam bentuk rata-rata dari 4 Perlakuan dan 5 ulangan
- ✦ P1, P2, P3, P4= penambahan tepung kelor+tepung hati ayam pada *cookies kambambang*: 3%, 5%, 7%, 9%.

Dari hasil pengujian diatas menunjukkan bahwa penambahan tepung kelor dan tepung hati ayam berpengaruh terhadap peningkatan kadar zat besi (Fe) pada *Cookies Kambambang*. Kadar zat besi tertinggi diperoleh pada P2 sebesar (2,38 mg/100 gram), di ikuti oleh P4 sebesar (2,34 mg/100 gram) sedangkan kadar zat besi terendah terdapat pada P1 yaitu (1,59 mg/100 gram).

Kenaikan kadar Fe dalam produk *Cookies* ini sejalan dengan karakteristik bahan fortifikan yang diaplikasikan. Tepung daun kelor dikenal kaya akan zat besi serta komponen pendukung absorpsi, sementara hati ayam merupakan sumber zat besi heme yang memiliki tingkat bioavailabilitas lebih tinggi dari pada zat besi non heme. Sinergi antara kedua sumber tersebut secara efektif meningkatkan total Fe pada produk *khir* (Sadha *et al.*, 2022).

Sementara itu, hati ayam merupakan sumber zat besi heme yang memiliki bioavailabilitas lebih tinggi karena diserap melalui mekanisme spesifik di mukosa usus dan relatif tidak dipengaruhi oleh inhibitor seperti fitat atau tanin. Tingkat absorpsi zat besi heme dilaporkan berkisar 15–35%, sedangkan non-heme sekitar 2–20% tergantung komposisi pangan dan kondisi fisiologis (Ramadhanty, 2022) Oleh karena itu, fortifikasi hati ayam tidak hanya meningkatkan kadar Fe total tetapi juga berpotensi meningkatkan ketersediaan hayati zat besi produk.

Dengan demikian, hasil penelitian ini konsisten dengan teori komposisi bahan pangan dan temuan sebelumnya bahwa bahan fortifikan kaya zat besi mampu meningkatkan kandungan Fe produk baik secara kuantitatif maupun dari aspek

bioavailabilitas, SNI 01-2973-2011 tentang Biskuit/Cookies (Agustia *et al.*, 2017)

Penelitian ini menunjukkan bahwa perlakuan dengan konsentrasi tepung kelor dan tepung hati ayam masing-masing 5% merupakan formulasi terbaik untuk meningkatkan kadar Fe. Dibandingkan dengan AKG remaja putri sebesar 15 mg/hari, produk ini mampu berkontribusi 15-16% melalui konsumsi 100 g Cookies. Menurut (Azzahra & Suryaalamshah, 2024), besaran kontribusi menegaskan kelayakan produk untuk dikembangkan sebagai camilan fungsional sumber zat besi.

KESIMPULAN

Penambahan tepung kelor (*moringa oleifera*) dan tepung hati ayam berpengaruh terhadap karakteristik kimia, organoleptik, dan Fe pada Cookies Kambembang. Peningkatan level cenderung menurunkan kadar air dengan nilai pH tetap dalam kisaran normal serta memengaruhi atribut sensori produk. Perlakuan 9% menghasilkan kadar air terendah dengan penerimaan sensori yang masih dapat diterima, sedangkan perlakuan 5% menunjukkan tertinggi kandungan zat besi paling optimal. Secara keseluruhan, penambahan pada level 5% direkomendasikan sebagai formulasi terbaik karena mampu meningkatkan kandungan zat besi tanpa menurunkan mutu sensori secara signifikan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan rasa syukur dan terima kasih yang tulus kepada Dosen Pembimbing, atas segala kesabaran, bimbingan, dan arahan berharganya yang telah mengantarkan penelitian ini hingga selesai. Apresiasi setinggi-tingginya juga penulis haturkan kepada jajaran pimpinan instansi atas dukungan administratif serta kesempatan akademik yang di berikan, serta kepada pihak laboratorium yang telah memfasilitasi kelancaran proses pengujian teknis. Teristimewa, ucapan terima kasih terdalem penulis persembahkan bagi

keluarga tercinta, sahabat setia, dan orang terkasih yang senantiasa memberikan dukungan moril, doa yang tulus, serta motivasi tanpa henti sebagai kekuatan utama dalam setiap tahapan penyelesaian studi ini .

DAFTAR PUSTAKA

- Adawiyah, D. R., Wefiani, F. P., & Patricia, K. (2021). *Karakterisasi Serat Pangan , Kapasitas Pengikatan Air Dan Kemampuan Emulsifikasi Biji Selasih Dan Chia Characterization Of Dietary Fiber , Water Holding Capacity , And Emulsification Ability Of Selasih And Chia Seed.* 8(2), 63–69. <https://doi.org/10.29244/jmpi.2021.8.2.63>
- Agustia, F. C., Subardjo, Y. P., & Sari, H. P. (2017). Pengembangan Biskuit Mocaf-Garut Dengan Substitusi Hati Sebagai Alternatif Biskuit Tinggi Zat Besi Untuk Balita. *Jurnal Gizi Dan Pangan*, 12(2), 129–138. <https://doi.org/10.25182/jgp.2017.12.2.129-138>
- Apriantini, A., Putra, R. G., Suryati, T., & Peternakan, F. (2022). *Review : Aplikasi Ekstrak Daun Kelor (Moringa Oleifera) Pada Berbagai Produk Olahan Daging.* 10(105), 132–143.
- Apriyani, N. E., Andrestian, M. D., Mas, S., & Syainah, E. (2025). *Pengaruh Formulasi Tepung Pisang Kepok (Musa Paradisiaca L .) Dan Mocaf Pada Mutu Kimia Dan Subjektif Cookies Piscaf Sebagai Produk Pangan Fungsional Antihipertensi.* 2(1), 105–125.
- Azzahra, A., & Suryaalamshah, I. I. (2024). *Formulasi Cookies Sumber Zat Besi Dengan Penambahan Tepung Daun Kelor Dan Tepung Sorgum Sebagai Kudapan Alternatif Pencegah Anemia Remaja Putri.* 5(1), 1–12. <https://doi.org/10.24853/mjnf.5.1.1-12>
- Diah Ningsih, V., & Nur Atiqah, S. (2020). Formulasi Dan Uji Nilai Spf (Sun Protection Factor) Ekstrak Daun Kelor (Moringa Oliefrea) Dalam Sediaan Tabir Surya Nanoemulsi. *Jurnal Farmasi Tinctura*, 2(1), 18–24.
- Fitriani, Nur Riska, M. (2025). *Pengaruh Substitusi Tepung Daun Kelor (Moringa*

- Oleifera L*) Terhadap Kualitas Fisik Dan Mutu Sensoris Almond Crispy Fitriani1., 11, 147–161.
- Henggu, K. U., Katongu Retang, E. U., Indah, R. H., Kolo, Y., Wadu, L. G., Lapu, R. U., Kalaway, R. Y., & Bureni, E. N. (2023). Pendampingan Kelompok “Eberkat Usaha” Dalam Produksi Kambembang Berbahan Rumput Laut *Euchema Spinosum* Sebagai Cookies High Fiber Rendah Gluten. *Abdi Wina Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 3(1), 7–13.
<https://doi.org/10.58300/Abdiwina.V3i1.442>
- Ismawati, R., & Anjar Sasmita Rustamaji, G. (2021). Daya Terima Dan Kandungan Gizi Biskuit Daun Kelor Sebagai Alternatif Makanan Selingan Balita Stunting. *Jurnal Gizi*, 1(1), 31–37.
<https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/giziunesa/article/view/41287>
- Izzah, A. N., Nurtiana, W., Ningrum, M. A., & Anggraeni, S. (2024). *Effect Of Beef Treatment At Different Temperatures On Myoglobin Changes : A Brief Review Pengaruh Perlakuan Daging Sapi Pada Suhu Berbeda Terhadap Perubahan Mioglobin : Review Singkat*. 05(01), 1–8.
<https://doi.org/10.21070/Jtfat.V5i01.1620>
- Kurniawati, I., Fitriyya, M., & Wijayanti. (2018). Karakteristik Tepung Daun Kelor Dengan Metode Pengeringan Sinar Matahari Characteristics Of Moringa Leaf Flour With Sunlight Drying Method. *Prosiding Seminar Nasional Unimus*, 1, 238–243. <http://prosiding.unimus.ac.id>
- Lembong, E., Utama, G. L., Djali, M., & Mayra, D. (2025). Karakteristik Fisikokimia Dan Organoleptik Produk Cookies Dengan Substitusi Tepung Kulit Biji Kakao (*Theobroma Cacao L.*) Physicochemical And Organoleptic Characteristics Of Cookies Substituted With Cocoa Bean Shell Flour (*Theobroma Cacao L.*). *The 3rd National Conference On Innovative Agriculture 2025*, 1(September), 20–21.
<https://doi.org/10.25047/Nacia.V3i1.373>
- Malichati, A. R., & Adi, A. C. (2018). Kaldu Ayam Instan Dengan Substitusi Tepung Hati Ayam Sebagai Alternatif Bumbu Untuk Mencegah Anemia. *Amerta Nutrition*, 2(1), 74.
<https://doi.org/10.20473/Amnt.V2i1.2018.74-82>
- Ninis Lestiarini1, R. (2023). Tepung Kedelai Dan Tepung Daun Kelor Dalam Pembuatan Crispy Cookies Sebagai Makanan Selingan Cegah Wasting. *Jurnal Kesehatan*, 11(1), 20–32.
- Ramadhanty, S. Mutiara. (2022). Kajian Pembuatan Chicken Drumstick Dengan Substitusi Hati Ayam Dan Tepung Mocaf Sebagai Makanan Tinggi Zat Besi. *Convention Center Di Kota Tegal*, 6–32.
<http://www.beeaccounting.com/blog/hitung-food-cost-benar-untuk-bisnis-restoran/>
- Reynadia, M., Harsitaning, B., Ayu, G., Diah, K., Made, N., & Hapsari, I. (2024). Pengaruh Penambahan Tepung Daun Kelor (*Moringa Oleifera L.*) Terhadap Kadar Protein , Kapasitas Antioksidan Dan Sensoris Kukis Bebas Gluten. 13(1), 218–229.
- Sadha, N. S. N., Kurniawan Gondo, H., & Wulandari, A. S. (2022). Tambahan Suplementasi Zat Besi Pada Ibu Hamil Dengan Anemia Defisiensi Besi. 45(2), 185–195.
<http://jurnalmka.fk.unand.ac.id>
- Sinta Nur Annisa, I. I. S. (2023). Formulasi Cookies Dari Tepung Hati Ayam Dan Tepung Kedelai Sebagai Makanan Sumber Zat Besi Pencegah Anemia Pada Remaja Putri. *Muhammadiyah Journal Of Nutrition And Food Science (Mjnf)*, 4(1), 14–27.
- Siti Aminah, T. . M. S. (N.D.). *Teknologi Pengolahan Pangan*.
- Subandoro, R. H., Basito, & Atmaka, W. (2013). The Study Sensory Characteristics And Physicochemical Cookies Combination Wheat Flour Red Millet Flour And Purple Sweet Potato Flour. *Jurnal Teknosains Pangan*, 2(4), 68–74. www.ilmupangan.fp.uns.ac.id
- Syaiful1, Hartrisari Hardjomidjojo2, Dan E. R. C. (2018). Strategi Penerapan Standar Nasional Indonesia Biskuit (Sni 2973 : 2011) Bagi Industri Kecil Menengah. 13(2), 151–158.
- Wardana, Y. G., Septiana, T., Sofiana, I., Safitri, D. Z., Rahmasari, P. A., Novansyah, M. A., Putri, N. U.,

Rahmawati, W., Kurniawati, E., & Hedonik, U. (2025). *Pengembangan Energi Bar Fungsional Sebagai Camilan Praktis : Studi Produk K-Barz Development Of Functional Energy Bar As A Practical Snack : K-Barz Product Study. September, 20–21. <https://doi.org/10.25047/Nacia.V3i1.295>*

Yessy Tamu Ina, Iven Patu Sirappa, E. C. S. (2024). *Pemanfaatan Tepung Kelor Dan Tepung Hati Ayam Melalui Diversifikasi Produk Kambambang Sebagai Upaya Pencegahan Stunting* (Issue 4).