

**FORTIFIKASI TEPUNG HATI AYAM DAN TEPUNG KELOR DALAM
PENOLAHAN COOKIES KAMBAMBANG DAN PENGARUHNYA TERHADAP
TOTAL PROFIL PROKSIMAT PRODUK**

*Fortification Of Chicken Liver Flour And Moringa Flour Un The Processing Of Kambambang
Cookies And Their Effects On The Total Proximate Profile Of The Product*

Sonia Natasya Elul Para Lomi*, Yessy Tamu Ina

Program Studi Peternakan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Kristen Wira Wacana Sumba,
Jl. R. Suprpto No. 35, Waingapu, Praliu, Kabupaten, Sumba Timur NTT

*Korespondensi Penulis: elulparlo@gmail.com

ABSTRACT

The study aimed to evaluate the effects of fortifying chicken liver flour and moringa flour on the proximate content and sensory acceptance of cassava flour-based kambambang cookies. This study used a Completely Randomized Design with four levels of fortification, namely P1 (3%), P2 (5%), P3 (7%), and P4 (9%) with five replications. The treatment was carried out by varying the levels of addition of a combination of chicken liver flour and moringa flour based on the percentage of total dry matter, while the composition of the other ingredients was kept the same in each treatment. The parameters analyzed included moisture content, pH, organoleptic tests (color, taste, texture, and overall liking), as well as total proximate profile (moisture, ash, protein, fat, and carbohydrates). The results showed moisture content ranging between 3.272-4.443% with pH 5.53-5.85. The highest panelist preference was recorded in treatment P4, mainly due to the significant improvement in taste. Fortification increases ash and protein levels, reflecting the addition of minerals and nutritional value, while the relatively high fat content (27.52-30.54%) supports the cookies' texture and flavor. Carbohydrate content ranges from 63.475-67.018% and serves as the primary energy source. The study concludes that the combination of chicken liver flour and moringa flour can simultaneously improve the proximate profile and sensory acceptance of kambambang cookies, making them a viable option for developing more nutritious and functional local foods.

Keywords: *kambambang cookies, fortification, chicken liver flour, moringa flour, proximate*

PENDAHULUAN

Pangan merupakan kebutuhan pokok manusia yang berperan dalam menyediakan energi zat gizi, serta senyawa bioaktif yang mendukung kesehatan. Seiring meningkatnya kesadaran masyarakat terhadap pangan sehat, kualitas pangan tidak hanya dinilai dari aspek sensorik, tetapi juga dari kandungan gizi dan manfaat fungsionalnya. Pengembangan produk pangan berbasis bahan lokal bernilai gizi tinggi, menjadi strategi penting dalam mendukung ketahanan pangan dan peningkatan status gizi masyarakat (Utami *et al.*, 2021).

Cookies merupakan salah satu produk pangan lokal yang banyak diminati

karena memiliki rasa yang disukai, praktis dikonsumsi, serta memiliki umur simpan yang relatif panjang. Namun *cookies* umumnya berbahan dasar tepung terigu yang memiliki kandungan protein, vitamin, dan mineral yang relatif rendah, sehingga kontribusinya terhadap mutu gizi masih terbatas dan lebih berperan sebagai sumber energi (Purnamasari, 2020). Di Sumba terdapat pangan tradisional berupa kue kering kambambang yang berbahan dasar tepung tepung ubi kayu (*monihot utilisana*), yang kaya akan karbohidrat tetapi rendah protein, lemak, dan mineral (Pade & Akuba, 2018). Sehingga memerlukan upaya fortifikasi untuk meningkatkan nilai gizinya.

Beberapa penelitian terdahulu melaporkan bahwa fortifikasi pangan lokal dapat meningkatkan mutu gizi produk olahan. Penambahan tepung kelor (*Moringa oleifera*) dilaporkan mampu meningkatkan kandungan mineral, khususnya kalsium dan zat besi, serta memberikan aktivitas antioksidan pada produk pangan (Marhaeni, 2021). Namun, penggunaan tepung kelor sering menimbulkan kendala sensoris berupa rasa pahit, warna hijau yang kuat, dan aroma khas. Di sisi lain, hati ayam sebagai bahan pangan hewani mengandung protein, zat besi, vitamin A, vitamin B kompleks, serta lemak yang berperan dalam peningkatan nilai gizi dan cita rasa produk (Annisa & Suryaalamshah, 2023).

Meskipun masing-masing bahan telah banyak dikaji, penelitian yang mengombinasikan tepung kelor dan tepung hati ayam dalam produk *cookies* berbasis pangan tradisional kembang masih terbatas. Kombinasi sumber gizi nabati dan hewani tersebut berpotensi meningkatkan kandungan gizi makro dan mikro secara simultan sehingga mampu memperbaiki total profil proksimat produk. Namun, pengaruh fortifikasi kombinasi kedua bahan tersebut terhadap peningkatan total profil proksimat *cookies* kembang pada berbagai konsentrasi belum banyak dilaporkan, sehingga menjadi celah kebaruan dalam penelitian ini.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh fortifikasi tepung hati ayam dan tepung kelor terhadap peningkatan total profil proksimat *cookies* kembang, serta mengevaluasi perubahan nilai proksimat akibat penambahan kedua bahan tersebut pada berbagai konsentrasi sebagai upaya pengembangan pangan lokal yang bergizi dan fungsional.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Bahan utama yang digunakan meliputi tepung ubi kayu, tepung terigu, tepung hati ayam, dan tepung kelor sebagai bahan fortifikasi, sedangkan bahan tambahan terdiri dari mentega, gula halus, kelapa sangrai, telur, bubuk pengembang setengah sendok, chocochips, dan pewarna kuning telur. Peralatan utama yang digunakan dalam penelitian ini antara lain oven merk (mimmert dan tiga berlian), timbangan electronic merk (sojiky dan ACAS), blender merk (Philips), serta ayakan.

Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilakukan secara terencana dan terstruktur melalui serangkaian tahapan yang saling berhubungan, dimulai dari tahap persiapan alat dan bahan, pra-penelitian, pelaksanaan penelitian, hingga analisis data. Setiap tahapan disusun untuk menjamin bahwa proses penelitian berlangsung sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan serta menghasilkan data yang valid dan dapat dipertanggungjawabkan. Oleh karena itu, tahapan penelitian ini berfungsi sebagai acuan utama dalam pelaksanaan seluruh rangkaian kegiatan penelitian.

1. Pembuatan tepung ubi kayu (Pasca et al., 2021)

Pembuatan tepung ubi kayu secara tradisional melalui beberapa tahapan, dimulai dari pengupasan untuk memisahkan kulit umbi, kemudian dilanjutkan dengan pencucian hingga bersih guna menghilangkan kotoran. Ubi kayu selanjutnya dipotong agar proses pengeringan berlangsung lebih cepat, lalu dijemur di bawah sinar matahari sampai kadar airnya berkurang dan bahan menjadi kering. Setelah kering, ubi kayu dihancurkan dengan ditumbuk atau digiling hingga halus, kemudian diayak untuk mendapatkan ukuran pratikel yang seragam sehingga diperoleh tepung ubi kayu yang siap dimanfaatkan.

2. Pembuatan tepung kelor (Seminar et al., 2018).

Proses pembuatan tepung kelor diawali dengan pemilihan daun kelor segar yang kemudian dicuci menggunakan air mengalir hingga bersih dan dipisahkan dari tangkainya. Daun kelor selanjutnya dijemur dibawah sinar matahari 1 sampai 2 hari hingga kering kemudian dihaluskan menggunakan blender dan diayak hingga menjadi tepung kelor

3. Pembuatan cookies kambambang (Ina et al., 2024)

Pembuatan cookies kambambang dilakukan dengan mencamourke tepung ubi kayu 20 gram/ulangan, tepung terigu 200 gram/ulangan, serta tepung hati ayam dan kelor sesuai dengan masing-masing perlakuan hingga homogen. Bahan tambahan kemudian dimasukan mentega 125 gram/ulangan, gula halus 25 gram/ulangan, susu 13 gram/ulangan, kelapa sangria 25 gram/ulangan, baking powder setengah sendok the/ulangan, telur 1 butir/ulangan dan pewarna kuning telur empat tetes/ulangan dan diuleni sampai terbentuk adonan yang seragam. Adonan selanjutnya dicetak dan tambahkan chocochips setelah itu dipanggang pada suhu 160-170 °C selama 20 menit. Produk cookies yang telah matang didinginkan pada suhu ruang sebelum dilakukan pengujian.

Rancangan Percobaan

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan satu faktor, yaitu konsentrasi kombinasi tepung hati ayam dan tepung kelor. Perlakuan terdiri dari empat taraf dengan masing-masing lima ulangan, yaitu:

P1: Penambahan 3% tepung hati ayam + 3% tepung kelor.

P2: Penambahan 5% tepung hati ayam + 5% tepung kelor .

P3: Penambahan 7% tepung hati ayam + 7% tepung kelor.

P4: Penambahan 9% tepung hati ayam + 9% tepung kelor.

Penelitian ini tidak menggunakan perlakuan kontrol, baik dalam bentuk tanpa fortifikasi maupun kontrol parsial. Seluruh perlakuan dirancang dalam bentuk kombinasi tepung hati ayam dan tepung kelor dengan tingkat fortifikasi yang berbeda pada masing-masing perlakuan. Pendekatan ini digunakan untuk menilai pengaruh variasi tingkat fortifikasi terhadap karakteristik cookies yang dihasilkan.

Metode Analisis

Kadar air

Analisis kadar air menggunakan teknik (Negeri & Bawang, 2022) dilakukan dengan panaskan oven merk memmert dengan suhu 105°C selama 60 menit, sampel cookies ditimbang dengan berat awal sebesar 5 gram, kemudian hasil penimbangan tersebut dicatat. Selanjutnya, sampel dimasukan kedalam cawan. Setelah oven mencapai suhu yang diinginkan, sampel dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C selama 6 jam. Setelah proses pengeringan selesai, sampel Kembali ditimbang untuk mendapatkan berat akhir, kemudian hasilnya dicatat.

Perhitungan kadar air menggunakan rumus:

$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{(\text{berat awal} - \text{berat akhir})}{\text{berat awal}} \times 100$$

Uji pH

Pengukurannya menggunakan pengukuran pH merek AZ 86555 dilakukan dengan menimbang sampel cookies sebanyak 5 gram, haluskan dengan mortal, masukan 10 ml aquades, aduk hingga homogen, celupkan elektroda pH meter kedalam larutan sampel tunggu hingga stabil, lalu catat nilai pH cookies yang muncul pada layar, setelah pengukuran selesai bilas elektroda dengan aquades dan dilap perlahan dengan tisu bersih.

Uji Organoleptik

Uji organoleptik merupakan pengujian mutu pangan berdasarkan penilaian indera manusia. Tujuannya untuk mengetahui tingkat penerimaan konsumen terhadap rasa, aroma, warna, dan tekstur. SNI 01-2346-2006 menetapkan skala hedonik sebagai metode standar (Sulaeman & Septiyani, 2023) menemukan bahwa *cookies* dengan tambahan tepung hati ayam masih dapat diterima dengan baik oleh panelis. Uji organoleptik merupakan metode penilaian mutu pangan dengan melibatkan indera manusia untuk mengevaluasi rasa, aroma, warna, dan tekstur. Uji ini dilakukan oleh minimal 20 panelis semi-terlatih dengan menggunakan skala hedonik 1-4 (1 = tidak suka, 4 = sangat suka). Hasil penilaian dihitung dengan rata-rata:

1) Warna

Warna menjadi kesan pertama yang di terima panelis dan sangat menentukan mutu visual produk. Tepung kelor dan tepung hati ayam dapat mengubah warna *cookies*. Penilaian menggunakan skala:

- 1= tidak coklat
- 2= agak coklat
- 3= coklat
- 4= sangat coklat

2) Tekstur

Tekstur atau tingkat kerenyahan berpengaruh besar pada penerimaan konsumen. Penilaiannya menggunakan skala:

- 1= tidak empuk
- 2= agak empuk
- 3= empuk
- 4= sangat empuk

3) Rasa

Rasa sangat dipengaruhi oleh kedua bahan fortifikasi. Tepung kelor memiliki rasa khas yang sedikit pahit, sedangkan tepung hati ayam memberikan rasa gurih. Penilaian rasa menggunakan skala:

- 1= tidak berasa hati ayam dan kelor
- 2= agak berasa hati ayam dan kelor
- 3= berasa hati ayam dan kelor
- 4= sangat berasa hati ayam dan kelor

4) Kesukaan

Kesukaan merupakan evaluasi keseluruhan dari warna, rasa, dan tekstur. Skala penilaian:

- 1= tidak suka
- 2= agak suka
- 3= suka
- 4= sangat suka

Total Profil Proksimat

Pengujian proksimat yang mencakup kadar air, kadar abu, protein dan lemak dilakukan berdasarkan acuan SIN 01-2891-1992, sementara karbohidrat ditentukan melalui perhitungan dengan metode by difference. Prosedur pengujian umumnya menggunakan metode standar AOAC agar hasil yang diperoleh lebih akurat dan dapat dipertanggungjawabkan.

1) Kadar abu

Pengujian kadar abu dilakukan dengan membakar sampel suhu tinggi untuk menghilangkan seluruh bahan organik sehingga hanya tersisa mineral. Pertama, cawan porselen dipanaskan terlebih dahulu dalam furnace, kemudian didinginkan di desikator dan ditimbang sebagai berat awal. Sampel yang telah ditimbang dimasukkan ke dalam cawan tersebut, lalu dibakar dalam furnace pada suhu sekitar 550°C hingga seluruh komponen organik terurai dan menghasilkan abu yang stabil. Setelah proses pembakaran selesai cawan berisi abu didinginkan kembali dalam desikator dan ditimbang. Selisih berat sebelum dan sesudah pembakaran digunakan untuk menghitung persentase kadar abu dalam sampel.

$$\% \text{ Abu} = \frac{A_2 - A_0}{A_1 - A_0} \times 100$$

Keterangan:

A0= berat cawan kosong (g)
A1= berat cawan + sampel sebelum pembakaran (g)
A2= berat cawan + abu setelah pembakaran (g)

2) Protein

Pengujian protein dengan metode Kjeldahl dilakukan melalui tiga tahap utama, yaitu destruksi, distilasi, dan titrasi. Pada tahap destruksi, sampel dipanaskan bersama asam sulfat dan katalis hingga seluruh kandungan organiknya terurai, sehingga nitrogen dalam sampel berubah menjadi amonium sulfat. Larutan hasil destruksi kemudian didistilasi setelah ditambahkan basa kuat untuk melepaskan amonia. Uap amonia tersebut ditangkap dalam larutan asam borat. Tahap akhir adalah titrasi, dimana larutan penampung amonia dititrasi menggunakan larutan asam estándar untuk mengetahui jumlah nitrogen yang terkandung dalam sampel. Nilai nitrogen tersebut kemudian dikonversi menjadi kadar protein dengan menggunakan faktor pengali yang sesuai. Menghitung persen nitrogen

$$\%N = \frac{(V_s - V_b) \times N \times 14.007}{M_s} \times 100$$

Keterangan:

V_s = volumen titran untuk sampel (mL)

V_b = volumen titran untuk blanko (mL)

N = normalitas larutan asam estándar (mis. HCl 0.1 N)

14.007 = berat atom nitrogen

M_s = masa sampel (g)

Menghitung persen protein

$$\%Protein = \%N \times F$$

Keterangan:

F = faktor konversi (umumnya 6.25 untuk sebagian besar bahan pangan).

3) Lemak

Analisis lemak dengan metode Soxhlet dilakukan dengan menimbang sampel yang telah dikeringkang, kemudian memasukkannya ke dalam thimble atau kertas saring khusus. Sampel tersebut diekstraksi menggunakan pelarut organik seperti n-heksana atau petroleum eter yang dipanaskan sehingga menguap dan kemudian mengalir melalui sampel secara berulang. Pelarut membawa komponen

lemak turun ke labu ekstraksi. Setelah proses ekstraksi selesai, pelarut diuapkan, dan sisa lemak yang tertinggal dalam labu kemudian dikeringkang dan ditimbang. Perbedaan berat sebelum dan sesudah ekstraksi digunakan untuk menghitung kadar lemak dalam sampel.

$$\%Lemak = \frac{Berat\ lemak\ (g)}{Berat\ sampel\ (g)} \times 100$$

4) Karbohidrat

Penentuan karbohidrat dengan metode *by difference* dilakukan secara tidak langsung, yaitu dengan menghitung persentase karbohidrat sebagai sisa dari keseluruhan komponen proksimat lainnya. Pada metode ini, sampel terlebih dahulu dianalisis kadar air, abu, protein, lemak dan serat pangannya. Setelah semua parameter tersebut diperoleh, nilai karbohidrat dihitung dengan mengurangkan total komponen tersebut dari 100%. Metode ini digunakan karena karbohidrat tidak diukur secara langsung, melainkan dianggap sebagai bagian nutrisi yang tersisa setelah komponen lain diketahui.

$$\%Karbohidrat = 100 - (\%Air + \%Abu + \%Protein + \%lemak + \%serat)$$

Analisis data

Parameter yang diamati terlebih dahulu diuji normalitasnya menggunakan uji Shapiro-Wilk. Apabila data berdistribusi normal, analisis dilanjutkan dengan uji ANOVA (Analysis of Variance) pada taraf signifikansi 5%, dan jika menunjukkan pengaruh nyata maka diteruskan dengan Uji Wilayah Ganda Duncan (Steel *et al.*, 1997). Sementara itu, uji non-parametrik Kruskal-Wallis digunakan khusus untuk uji organoleptik yang meliputi warna, rasa, tekstur, dan tingkat kesukaan. Jika terdapat perbedaan yang signifikan, maka dilakukan uji lanjutan Mann-Whitney. model linier untuk setiap nilai pengamatan dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL) dinyatakan sebagai berikut:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \epsilon_{ij}$$

Keterangan:

$i = 1, 2, 3, \text{ dan } 4$

$j = 1, 2, 3, 4, \text{ dan } 5$

Y_{ij} = hasil pengamatan pada perlakuan ke- i dan ulangan ke- j

μ = nilai tengah (rata-rata)

α_i = pengaruh perlakuan

ϵ_{ij} = galat percobaan pada perlakuan ke- i dan ulangan ke- j

i = perlakuan (1, 2, 3, dan 4)

j = ulangan (1, 2, 3, 4, dan 5)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini disajikan berdasarkan perbandingan antar perlakuan dengan perbedaan tingkat fortifikasi tepung hati ayam dan tepung kelor. Penelitian ini tidak melibatkan perlakuan kontrol, sehingga interpretasi data dilakukan secara komparatif antar perlakuan yang diuji.

Kadar air

Data hasil pengujian kadar air *cookies* kembang pada masing-masing perlakuan fortifikasi tepung hati ayam dan tepung kelor dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Presentase kadar air pada *cookies* kembang

Perlakuan (%)	Kadar air
P1	5,37±0,33 ^b
P2	4,28±0,17 ^c
P3	4,56±0,18 ^c
P4	5,76±0,32 ^a

Keterangan:

- Data disajikan dalam bentuk rata-rata dari 5 ulangan ± standar deviasi
- *Superscript dengan notasi a,b,c* menunjukkan perbedaan nyata ($\alpha < 0,05$)
- P1, P2, P3 dan P4 = *cookies* kembang penambahan tepung hati ayam dan tepung kelor : 3%, 5 %, 7%, 9%

Hasil analisis pada **Tabel 1**, menunjukkan kadar air *cookies* berada pada kisaran 4,28%- 5,76%. Nilai terendah diperoleh pada perlakuan P2, sedangkan nilai tertinggi terdapat pada P4. Mengacu pada SNI 01-2973-1992 yang mensyaratkan kadar air tidak melebihi 5,0%, perlakuan P2 dan P3 tergolong telah

memenuhi kriteria mutu, sementara perlakuan P1 dan P4 berada di atas batas tersebut. Variasi kadar air tersebut dipengaruhi oleh perbedaan formulasi tepung hati ayam dan tepung kelor yang digunakan dalam pembuatan *cookies*. Kandungan protein dan serat pangan pada bahan tersebut berperan dalam meningkatkan daya ikat air pada adonan sehingga memengaruhi kadar air produk akhir. Selain itu, proses pemanggangan juga berpengaruh terhadap jumlah uap air yang menguap selama proses pengolahan, sehingga menimbulkan variasi kadar air pada setiap perlakuan.

Uji pH

Rata-rata pH *cookies* kembang berdasarkan variasi konsentrasi fortifikasi tepung hati ayam dan tepung kelor ditampilkan pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Rata-rata nilai pH pada *cookies* kembang

Perlakuan (%)	pH
P1	5,85±0,08 ^a
P2	5,78±0,16 ^{ab}
P3	5,58±0,29 ^{ab}
P4	5,53±0,19 ^b

Keterangan:

- Data disajikan dalam bentuk rata-rata dari 5 ulangan ± standar deviasi
- *Superscript dengan notasi a,b* menunjukkan perbedaan nyata ($\alpha < 0,05$)
- P1, P2, P3 dan P4 = *cookies* kembang penambahan tepung hati ayam dan tepung kelor : 3%, 5 %, 7%, 9%

Berdasarkan hasil pengujian pada **Tabel 2**, perlakuan P4 menghasilkan nilai pH terendah sebesar 5,53 dan berbeda pada kelompok awal, sedangkan perlakuan P3 dan P2 berada pada kelompok yang sama sehingga tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan, dengan pH masing-masing sebesar 5,59 dan 5,79. Perlakuan P1 menunjukkan nilai pH tertinggi yaitu 5,85 dan tergolong dalam kelompok tersendiri, yang mengindikasikan perbedaan dibandingkan perlakuan dengan nilai pH lebih rendah.

Perbedaan pH ini mencerminkan pengaruh variasi formulasi tepung hati ayam dan tepung kelor terhadap sifat kimia produk, dimana komponen protein dan mineral cenderung meningkatkan pH, sementara senyawa asam alami dari bahan nabati berkontribusi menurunkan reaksi kimia selama pemanasan, sehingga membentuk karakter pH akhir *cookies* kembang. Secara mikrobiologis kisaran pH 5,53-5,85 pada *cookies* masih berada dalam rentang yang dapat mendukung keberadaan beberapa mikroorganisme, khususnya bakteri mesofilik dan bakteri yang toleran terhadap kondisi agak asam. Meskipun bakteri patogen umumnya memiliki pertumbuhan optimum pada pH netral (6,5-7,50), Sebagian masih mampu bertahan pada pH diatas 4,6 apabila didukung oleh faktor lingkungan lainnya, sehingga nilai pH tersebut belum sepenuhnya berperan sebagai penghambat utama.

Uji Organoleptik

Hasil evaluasi organoleptik *cookies* kembang pada berbagai tingkat fortifikasi tepung hati ayam dan tepung kelor ditampilkan pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Hasil uji hedonik pada *cookies* kembang

Perlakuan (%)	Warna	Rasa	Tekstur	Kesukaan
P1	2,00±0,85 ^{ns}	2,05±0,68 ^b	2,30±0,97 ^{ns}	3,05±0,75 ^a
P2	1,85±0,67 ^{ns}	2,25±0,63 ^b	2,40±0,94 ^{ns}	2,90±0,91 ^{ab}
P3	2,35±1,04 ^{ns}	2,55±0,68 ^{ab}	2,40±0,88 ^{ns}	2,45±0,68 ^b
P4	2,30±0,92 ^{ns}	2,80±1,00 ^a	2,35±0,67 ^{ns}	2,70±0,73 ^{ab}

Keterangan:

- Data disajikan dalam bentuk rata-rata dari 5 ulangan ± standar deviasi
- *Superscript dengan notasi a,b* menunjukkan perbedaan nyata ($\alpha < 0,05$), sedangkan *notasi ns* menunjukkan non signifikan
- P1, P2, P3 dan P4 = *cookies* kembang penambahan tepung hati ayam dan tepung kelor : 3%, 5 %, 7%, 9%

Warna

Pengujian sensorik warna menunjukkan bahwa nilai kesukaan panelis pada seluruh perlakuan berada pada kisaran 1,85-2,35 dengan perlakuan P3 memperoleh rerata tertinggi, diikuti P4, P1, dan P2, namun perbedaan rerata tersebut tidak diikuti oleh perbedaan yang signifikan secara statistik ($P > 0,05$) karena seluruh perlakuan memiliki notasi huruf yang sama, yang diduga berkaitan dengan kesamaan suhu dan waktu pemanggangan sehingga reaksi pencoklatan non-enzimatis (maillard) berlangsung secara seragam dan menghasilkan pigmen melanoidin sebagai penentu warna utama, sementara pigmen alami dari fortifikasi tepung kelor dan tepung hati ayam mengalami degradasi akibat pemanasan sehingga kontribusinya terhadap variasi warna akhir produk menjadi minimal dan tidak dapat dibedakan secara sensori oleh panelis.

Rasa

Hasil pengujian pada parameter rasa menunjukkan bahwa skor kesukaan panelis berada pada rentang 2,05-2,80, dengan kecenderungan meningkat seiring perubahan perlakuan. Nilai terendah diperoleh pada perlakuan pertama sebesar 2,05±0,68, sedangkan perlakuan terakhir menunjukkan nilai tertinggi yaitu 2,80±1,00. Perbedaan notasi huruf antar perlakuan mengindikasikan adanya perbedaan tingkat penerimaan rasa, dimana perlakuan yang memiliki huruf yang sama tidak berbeda nyata, sementara perlakuan dengan notasi huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang signifikan. Temuan ini menunjukkan bahwa variasi perlakuan dengan penambahan tepung hati ayam dan tepung kelor berpengaruh nyata. Tepung hati ayam yang memiliki kandungan asam amino bebas tinggi berperan penting sebagai prekursor dalam reaksi maillard dengan gula pereduksi selama proses pemanggangan, yang tidak hanya memicu pembentukan warna coklat tetapi juga menghasilkan senyawa volatile

heterosiklik seperti pyrazin, furan, dan senyawa karbonil yang berkontribusi terhadap aroma panggang, rasa gurih (umami), serta kompleksitas cita rasa produk (Chen et al., 2025). Keberadaan senyawa-senyawa tersebut diketahui dapat meningkatkan intensitas dan karakter flavor pada produk pangan berbasis protein. Sebaliknya, fortifikasi tepung kelor selain meningkatkan nilai gizi juga mengandung senyawa fenolik dan klorofil yang pada konsentrasi tertentu berpotensi memengaruhi persepsi rasa, sehingga tingkat penerimaan panelis sangat dipengaruhi oleh proporsi penambahannya (Imansyah et al., 2022). Dengan demikian, keseimbangan proporsi tepung hati ayam dan tepung kelor diduga menghasilkan interaksi senyawa pembentuk rasa yang lebih optimal, yang tercermin pada perlakuan P4 2,80 sebagai formulasi yang paling dapat diterima panelis.

Tekstur

Hasil pengujian hedonik menunjukkan bahwa tingkat kesukaan panelis terhadap tekstur *cookies* berada pada rentang 2,30-2,40, dan seluruh perlakuan tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan secara statistik (ns). Temuan ini menunjukkan bahwa penambahan tepung hati ayam dan tepung kelor sebagai bahan fortifikasi belum memberi pengaruh nyata terhadap karakteristik tekstur produk. Kesamaan respon panelis terhadap tekstur diduga berkaitan dengan formulasi bahan dasar dan kondisi pemangangan yang relative seragam, sehingga struktur fisik *cookies* yang dihasilkan tidak berbeda secara nyata antar perlakuan.

Kesukaan

Nilai penerimaan keseluruhan *cookies* berada pada kisaran 2,45-3,05, dengan perbedaan notasi huruf (a-bc) yang mengindikasikan adanya variasi tingkat kesukaan panelis antar perlakuan. Perlakuan dengan skor kesukaan tertinggi

mencerminkan formulasi fortifikasi tepung hati ayam dan tepung kelor yang mampu menghasilkan keseimbangan karakter sensori secara lebih baik. Tingkat kesukaan keseluruhan ini merupakan hasil gabungan dari berbagai atribut sensori, khususnya rasa yang berperan dominan, serta didukung oleh warna dan tekstur yang relative seragam. Dengan demikian, komposisi fortifikasi yang tepat berkontribusi terhadap peningkatan penerimaan produk secara keseluruhan.

Total Profil Proksimat

Data hasil analisis total profil proksimat *cookies kambambang* akibat perlakuan fortifikasi tepung hati ayam dan tepung kelor di sajikan pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Total profil proksimat *cookies kambambang* pada berbagai tingkat fortifikasi

Parameter	P1	P2	P3	P4
Abu	1,893	2,266	1,666	2,067
Lemak	27,52	30,54	28,32	28,04
Protein	0,292	0,299	0,269	0,343
karbohidrat	67,018	63,475	65,306	65,541

Sumber: uji Laboratorium Pertanian Fakultas Pertanian, Sains Dan Teknologi, Universitas Warmadewa.

Keterangan:

- Data disajikan dalam bentuk rata-rata dari 5 ulangan \pm standar deviasi
- *Superscript dengan notasi a,b* menunjukkan perbedaan nyata ($\alpha < 0,05$)
- P1, P2, P3 dan P4 = *cookies* kambambang penambahan tepung hati ayam dan tepung kelor : 3%, 5 %, 7%, 9%

Kadar abu

Kadar abu yang diperoleh berkisar antara 1,666% hingga 2,266%. Jika dibandingkan dengan batas maksimum SNI ($\pm 1,5\%$), nilai tersebut relatif melampaui standar yang ditetapkan perlakuan yang paling sesuai berdasarkan aspek SNI pada tingkat fortifikasi terendah P1, karena nilai kadar abu yang dihasilkan paling mendekati batas maksimum yang ditetapkan dalam SNI. Akan tetapi apabila ditinjau dari perspektif peningkatan

kandungan mineral sebagai indikator nilai gizi, perlakuan dengan tingkat fortifikasi tertinggi P4 menunjukkan potensi yang lebih optimal dalam meningkatkan kontribusi zat mineral pada produk. Peningkatan kadar abu menunjukkan adanya kontribusi mineral dari penambahan tepung kelor dan tepung hati ayam dalam formulasi. (Marsita et al., 2024) melaporkan bahwa penambahan tepung hati ayam dan tepung kelor pada brownies menyebabkan kadar abu lebih tinggi dibandingkan kontrol, yang menunjukkan adanya peningkatan kandungan mineral seperti Fe dan Zn yang tertinggal sebagai sisa anorganik setelah proses pembakaran. Abu merupakan residu anorganik yang tersisa setelah proses pembakaran, yang merefleksikan kandungan mineral seperti kalsium, zat besi, magnesium, dan fosfor. Meskipun peningkatan kadar abu menunjukkan potensi peningkatan mikronutrien, formulasi produk tetap perlu disesuaikan agar memenuhi ketentuan mutu *cookies* komersial.

Lemak

Lemak *cookies* kembang berada pada kisaran 27,52-30,54%, sehingga telah melampaui batas minimum yang dipersyaratkan SNI ($\geq 9,5\%$). Lemak berperan penting dalam pembentukan tekstur renyah, memperbaiki mouthfeel, serta meningkatkan cita rasa produk. Tingginya lemak di pengaruhi oleh penggunaan bahan tambahan seperti mentega serta kandungan lipid alami dari hati ayam. (Mamat & Hill, 2014) peran lemak dalam produk pangan berbasis bakery menunjukkan bahwa penggunaan mentega dan lemak hewani berkontribusi signifikan terhadap peningkatan kadar lemak sekaligus nilai energi pada produk akhir. Secara kimiawi, lemak tersusun atas trigliserida yang merupakan kombinasi gliserol dan asam lemak jenuh maupun tidak jenuh. Kandungan lemak yang relatif

tinggi turut berkontribusi terhadap peningkatan nilai energi produk.

Protein

Protein yang diperoleh berkisar antara 0,269-0,343%. Apabila dibandingkan dengan persyaratan minimum SNI (5%), seluruh perlakuan belum memenuhi standar protein untuk kategori *cookies*. Rendahnya kandungan protein diduga karena bahan dasar tepung ubi kayu memiliki protein yang relative rendah. Namun demikian, perlakuan P4 menunjukkan nilai protein tertinggi, yang mengindikasikan bahwa peningkatan konsentrasi fortifikasi memberikan efek positif terhadap peningkatan kandungan protein, meskipun belum signifikan untuk memenuhi standar nasional. (Maulani et al., 2024) menunjukkan bahwa fortifikasi dapat meningkatkan protein pada *cookies*, tetapi karena bahan dasar tepung ubi kayu memiliki protein yang rendah peningkatan tersebut tetap belum mencapai standar minimum SNI (5%) untuk biskuit

Karbohidrat

Karbohidrat berada pada rentang 63,475-67,018%. SNI tidak menetapkan batas khusus untuk parameter ini karena umumnya dihitung menggunakan metode *by difference*. Nilai tersebut sesuai dengan karakteristik *cookies* yang didominasi oleh komponen pati sebagai sumber energi utama. Karbohidrat terutama berasal dari pati tepung ubi kayu yang terdiri atas amilosa dan amilopektin. Selama proses pemanggangan, pati mengalami gelatinisasi dan berinteraksi dengan protein melalui reaksi maillard, yang berperan dalam pembentukan warna dan aroma khas produk.

KESIMPULAN

Fortifikasi *cookies* kembang dengan kombinasi tepung hati ayam dan tepung kelor terbukti memengaruhi komposisi gizi dan beberapa karakter sensoris produk. Kadar air *cookies* berkisar

antara 3,27-4,44%, sesuai dengan standar SNI 01-2973:2011, sementara pH berada pada 5,53-5,85%, menandakan kestabilan kimia yang baik. Penambahan kedua bahan meningkatkan kandungan mineral (abu) dan protein meskipun kadar protein belum memenuhi standar minimal SNI untuk biskuit, serta meningkatkan lemak (27,52-30,54%) yang berperan pada tekstur dan cita rasa.

Uji organoleptik menunjukkan pengaruh signifikan terhadap rasa, dengan perlakuan P4 (9% tepung hati ayam dan 9% tepung kelor) memperoleh skor kesukaan tertinggi, sedangkan warna dan tekstur bisa diterima dengan baik oleh panelis. Hasil penelitian ini menegaskan bahwa kombinasi tepung hati ayam dan tepung kelor mampu meningkatkan nilai gizi makro pada *cookies* kambambang yang terdiri dari karbohidrat, protein, dan lemak, sedangkan gizi mikro direpresentasikan oleh kandungan mineral yang ditunjukkan melalui kadar abu. tanpa menurunkan penerimaan konsumen sehingga berpotensi sebagai inovasi pangan lokal yang bergizi dan fungsional.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Laboratorium Terpadu Universitas Warmadewa atas bantuan dalam pengujian total profil proksimat yang telah dikirimkan oleh penulis. Selain itu, penulis menghargai semua pihak yang telah memberikan dukungan, baik secara langsung maupun tidak langsung, sehingga penelitian ini dapat terselesaikan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

Analysis, C., Price, B., Winata, A., Yualiati, K., Hanggita, S., Studi, P., Hasil, T., Fakultas, P., & Sriwijaya, U. (2015). *Analisis Korelasi Harga Dan Mutu Kimiawi Kerupuk Di Pasar Tradisional Cinde Palembang*. 4(2), 179–183.

Annisa, S. N., & Suryaalamshah, I. I. (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. <https://doi.org/10.24853/Mjnf.4.1.14-27>

Arni, S. M., Koesoemawardani, D., Indraningtyas, L., & Zuidar, A. S. (2024). *Pengaruh Penambahan Tepung Daun Kelor (Moringaoleifera L.) Terhadap Karakteristik Fisik, Kimia Dansensori Siomay Ikan Nila(Oreochromis Niloticus)*. *Jurnal Agroindustri Berkelanjutan*, 3(2), 276–287.

Chen, P., Zhao, S., Li, C., Zhang, T., Xing, Y., Zhang, K., Lv, J., & Zhu, W. (2025). *Changes And Analytical Techniques In Volatile Flavor Compounds In Dried Agricultural Products : A Review*. 1–19.

Imansyah, A. A., Syamsiah, M., & Trihaditia, R. (2022). *Uji Organoleptik Dan Kandungan Nutrisi Biskuit Dengan Bahan Fortifikasi Tepung Kelor (Moringa Oleifera) Untuk Penanganan Stunting Organoleptic Test And Nutritional Content Of Biscuits With Fortified Moringa Flour (Moringa Oleifera) For Stunting Treatment*. 10, 159–168.

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.

Mamat, H., & Hill, S. E. (2014). *Effect Of Fat Types On The Structural And Textural Properties Of Dough And Semi-Sweet Biscuit*. 51(September), 1998–2005. <https://doi.org/10.1007/S13197-012-0708-X>

Marhaeni, L. S. (2021). *Daun Kelor (Moringa Oleifera) Sebagai Sumber Pangan Fungsional Dan Antioksidan*. *Jurnal Agrisia*, Vol.13(2), 40–53. [File:///C:/Users/Asus/Downloads/Admin,+ \(Page+40-53\)+Daun+Kelor+\(Moringa+Oleifera\).Pdf](file:///C:/Users/Asus/Downloads/Admin,+%28Page%2B40-53%29%2B%28Daun%2BKelor%2B%28Moringa%2BOleifera%29.Pdf)

Marsita, N., Rotua, M., Sarjana Terapan, A., Gizi Poltekkes Kemenkes Palembang, J., & Jurusan Gizi Poltekkes Kemenkes Palembang, D. (2024). *Formulasi Brownies Tepung Hati Ayam Dan Tepung Daun Kelor Sebagai Camilan*

- Sumber Zat Besi Formulation Of Brownies Of Chicken Liver Flour And Moringa Leaf Flour. *Zat Besi*, 31, 163.
- Maulani, A., Poernomo, A., Lisyana, H., & Sumandiarsa, I. K. (2024). *Karakteristik Gluten Free Cookies Fortifikasi Hidrolisat Protein Ikan Lele Characteristics Of Gluten Free Cookies Fortification With Catfish Protein Hydrolysate*. 73–82.
- 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.
- Pasca, B. D., Muhandri, T., Hunaefi, D., & Nurtama, B. (2021). *Karakteristik Fisikokimia Tepung Singkong Dengan Beberapa Metode Modifikasi Physicochemical Characteristics Of Cassava Flour With Several Modification Methods*. 8(2), 97–104. <https://doi.org/10.29244/jmpi.2021.8.2.97>
- Purnamasari, D. A. (2020). Kadar Protein, Kadar Serat, Dan Uji Kesukaan Pada Roti Tawar Dengan Penambahan Tepung Daun Kelor (*Moringa Oleifera*). In *Karya Tulis Ilmiah*. [https://repository.unej.ac.id/jspui/bitstream/123456789/104180/1/Dita Ayu Purnamasari - 162110101035.pdf](https://repository.unej.ac.id/jspui/bitstream/123456789/104180/1/Dita%20Ayu%20Purnamasari%20-%20162110101035.pdf)
- Seminar, P., Unimus, N., Kurniawati, I., & Fitriyya, M. (2018). *Karakteristik Tepung Daun Kelor Dengan Metode Pengeringan Sinar Matahari*. 1, 238–243.
- 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>
- Sulastri, E., Indriani, C., Zainudin, M., & Wardhani, S. (2022). *Review: Peran Mikrobiologi Pada Industri Makanan*. 4(1), 1–8.
- Utami, T., Demartoto, A., Haryono, B., Sunesti, Y., & Humsona, R. (2021). Pemberdayaan Masyarakat Dalam Pengembangan Pangan Lokal Di Masa Pandemi Covid-19 Di Kabupaten Sukoharjo. *Jurnal Analisa Sosiologi*, 10(2). <https://doi.org/10.20961/jas.v10i2.54788>
- Yunita, L., Rahmiati, B. F., Naktiany, W. C., & Lastyana, W. (2022). *Analisis Kandungan Proksimat Dan Serat Pangan Tepung Daun Kelor Dari Kabupaten Kupang Sebagai Pangan Fungsional Analysis Of Proximat And Dietary Fiber Of Moringa Leaf Flour From Kupang Regency As Functional Food*. 03(02), 44–49.
- Zaman, A. T. N. (2019). Development Of Biscuits For Pregnant Women Anemia Using Mocaf-Garut Supplemented By Moringa Leaves And Chicken Liver. *Jurnal Gizi Dan Pangan Soedirman*, 3(1), 25. <https://doi.org/10.20884/1.jgpps.2019.3.1.1486>