

RESEARCH STUDY

Indonesian Version

OPEN ACCESS

Pengaruh Kombinasi Biji Labu Kuning dan Jamur Merang dengan Pengikat Umbi Gembili Terhadap Kadar Proksimat dan Profil Asam Amino Daging Analog

Effect of Combination of Pumpkin Seeds and Straw Mushroom with Lesser Yam as a Binder on Proximate and Amino Acid Profile of Meat Analog

Shabrina Olivia Mumtaz¹, Nanang Nasrulloh^{1*}, A'immatul Fauziyah¹¹Jurusan Gizi, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jakarta, Depok, Indonesia**INFO ARTIKEL**

Received: 11-09-2024

Accepted: 21-01-2025

Published online: 20-06-2025

***Koresponden:**

Nanang Nasrulloh

nasrulloh@upnvj.ac.id

DOI:

10.20473/amnt.v9i2.2025.248-257

Tersedia secara online:[https://e-](https://e-journal.unair.ac.id/AMNT)[journal.unair.ac.id/AMNT](https://e-journal.unair.ac.id/AMNT)**Kata Kunci:**

Dislipidemia, Daging Analog, Biji Labu Kuning, Jamur Merang, Umbi Gembili

ABSTRAK

Latar Belakang: Dislipidemia merupakan salah satu faktor risiko penyakit kardiovaskular. Tingginya kejadian dislipidemia disebabkan kebiasaan konsumsi makanan yang mengandung tinggi lemak jenuh seperti daging sapi. Oleh karena itu, daging analog yang dibuat dari bahan-bahan nabati dapat menjadi alternatif karena memiliki kandungan protein yang cukup tinggi dengan kandungan lemak, terutama lemak jenuh, yang rendah.

Tujuan: Mengetahui pengaruh kombinasi biji labu kuning dan jamur merang dengan umbi gembili sebagai bahan pengikat terhadap kadar proksimat dan profil asam amino daging analog.

Metode: Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan tiga perlakuan terhadap proporsi tepung biji labu kuning dan tepung jamur merang sebesar F1 (75%:25%), F2 (50%:50%), F3 (25%:75) serta penambahan pure umbi gembili sebesar 25 g pada setiap formulasi. Selanjutnya dilakukan analisis proksimat untuk mengetahui kadar air, abu, protein, lemak, dan karbohidrat serta analisis profil asam amino daging analog. Data yang diperoleh dianalisis secara statistik menggunakan uji ANOVA dan uji Duncan's Multiple Range (DMRT).

Hasil: Ketiga formulasi daging analog memiliki kadar air 42,19-42,29%, abu 2,81-4,34%, protein 15,50-16,90%, lemak 3,86-14,08%, karbohidrat 24,01-33,98%, dan asam amino total 11,97-14,60%. Analisis menunjukkan bahwa ketiga formulasi tepung biji labu kuning dan jamur merang berbeda secara nyata terhadap kadar abu (p -value=0,020), lemak (p -value<0,001), dan karbohidrat (p -value=0,004) serta asam amino treonin (p -value=0,019) dan lisin (p -value=0,036).

Kesimpulan: Tepung biji labu kuning dan tepung jamur merang dengan umbi gembili sebagai pengikat memberikan perbedaan nyata terhadap kadar proksimat dan asam amino daging analog.

PENDAHULUAN

Penyakit kardiovaskular merupakan suatu kelompok kelainan yang merusak sistem kardiovaskular, seperti jantung dan pembuluh darah¹. Penderita penyakit kardiovaskular di dunia mengalami peningkatan hingga dua kali lipat dari rentang tahun 1990-2019, yaitu 271 juta jiwa pada 1990 menjadi 550 juta jiwa pada 2019². Penyakit ini juga diperkirakan telah menyebabkan kematian hingga 17,9 juta jiwa atau setara 32% penyebab kematian di seluruh dunia setiap tahun³. Hal tersebut menyebabkan pencegahan dan pengobatan penyakit kardiovaskular menjadi salah satu target dalam *Sustainable Development Goals*, khususnya target 3.4 dalam mengurangi satu per tiga kematian prematur akibat penyakit tidak menular pada 2030⁴.

Dislipidemia merupakan kelainan kadar lipid dalam darah yang ditandai oleh meningkatnya kadar kolesterol total, *Low-Density Lipoprotein Cholesterol* (LDL-C), dan trigliserida serta menurunnya kadar *High-Density Lipoprotein Cholesterol* (HDL-C)⁵. Dislipidemia diketahui menjadi penyebab utama penyakit kardiovaskular¹. Suatu penelitian menunjukkan bahwa kadar lipid darah yang tidak normal (termasuk total kolesterol, LDL-C, dan trigliserida) berkaitan dengan kejadian penyakit kardiovaskular setelah 6 tahun pemantauan⁶. Sementara itu, penelitian di Bali menunjukkan hubungan bermakna antara kolesterol total dan LDL-C dengan salah satu penyakit kardiovaskular, yaitu hipertensi⁷.

Dislipidemia dikategorikan menjadi dua berdasarkan penyebabnya, yakni dislipidemia primer dan

sekunder⁵. Dislipidemia primer timbul akibat adanya kelainan genetik yang mempengaruhi metabolisme lipid di dalam tubuh⁸. Sementara itu, dislipidemia sekunder disebabkan oleh penyakit lain, penggunaan obat-obatan, hingga gaya hidup yang tidak sehat⁹. Dislipidemia sekunder terjadi pada 30-40% penderita dislipidemia⁹.

Kebiasaan makan tinggi lemak menjadi salah satu praktik gaya hidup tidak sehat yang menyebabkan dislipidemia sekunder¹⁰. Konsumsi makanan tinggi lemak, terutama jenis lemak tidak jenuh, dapat meningkatkan kadar LDL-C dalam darah¹¹. Hal tersebut menyebabkan makanan tinggi lemak jenuh seringkali menjadi perhatian penderita dislipidemia.

Daging sapi merupakan salah satu makanan dengan kandungan lemak jenuh yang tinggi. Kandungan lemak pada 100 g daging sapi (lemak sedang dan gemuk) berkisar 14,0-22,0 g¹². Sementara itu, kandungan lemak jenuh pada daging diketahui mencapai setengah dari total lemak¹³.

Daging analog menjadi salah satu makanan yang cukup potensial untuk mengganti daging sapi. Daging analog atau daging buatan merupakan daging yang dibuat dari bahan-bahan nabati dan yang memiliki karakteristik fisik berserat seperti daging¹⁴. Daging analog banyak dipilih oleh konsumen sebagai pengganti daging sapi untuk mengurangi risiko penyakit metabolik serta dinilai lebih ramah lingkungan¹⁵.

Biji labu kuning seringkali dianggap sebagai produk sampingan dari labu kuning (*Cucurbita moschata*) yang tidak dikonsumsi. Meskipun demikian, biji labu kuning merupakan sumber protein nabati yang dapat digunakan dalam pembuatan daging analog. Kandungan proteinnya hingga 30-40% dari total kandungan gizi dengan nilai bioavailabilitas yang cukup tinggi, yakni mencapai 88-97%¹⁶. Kandungan protein pada biji labu kuning tersebut diketahui lebih tinggi dibandingkan jenis biji-bijian dan kacang-kacangan lainnya¹⁷. Biji labu kuning

juga mengandung serat dan vitamin E yang memiliki efek hipolipidemik^{18,19}.

Jamur merang (*Volvariella volvacea*) merupakan salah satu jamur yang banyak ditemukan di Indonesia, namun pemanfaatannya masih sangat terbatas. Jamur merang mengandung protein yang cukup tinggi, jika dibandingkan jenis sayuran lainnya²⁰. Jamur merang juga memiliki kandungan lemak yang rendah, yakni 0,2 g per 100 g¹². Sehubungan dengan dislipidemia, terdapat penelitian yang menyimpulkan bahwa terdapat penurunan kadar kolesterol akibat pemberian ekstrak jamur merang²¹. Hal tersebut diperkirakan akibat adanya kandungan serat larut air yang banyak ditemukan pada jamur, yakni beta glukukan²².

Umbi gembili (*Dioscorea esculenta*) merupakan salah satu umbi-umbian yang banyak ditemukan di Indonesia dan memiliki nilai budaya yang cukup tinggi²³. Kandungan karbohidrat dalam umbi gembili dapat dimanfaatkan sebagai bahan pengikat pada daging analog. Hal tersebut berkaitan dengan adanya interaksi karbohidrat dengan protein dalam membentuk tekstur berserat menyerupai daging sapi¹⁴. Sehubungan dengan dislipidemia, diketahui bahwa pemberian umbi gembili dalam bentuk pati dapat menurunkan kadar LDL-C dan trigliserida serta meningkatkan kadar HDL-C^{24,25}.

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kombinasi biji labu kuning dan jamur merang dengan bahan pengikat umbi gembili terhadap nilai proksimat dan profil asam amino daging analog sebagai produk yang dapat mengurangi kejadian dislipidemia. Produk daging analog ini dibuat dengan menyerupai karakteristik daging sapi, terutama memiliki kandungan protein yang tinggi dan asam amino yang lengkap, namun memiliki kandungan lemak yang rendah.

METODE

Tabel 1. Formulasi Daging Analog

Formulasi	Bahan (g)							
	Tepung Biji Labu Kuning	Tepung Jamur Merang	Pure Umbi Gembili	Tapioka	Air	Garam	Bawang Merah dan Putih	Lada
F1	37,5	12,5	25	15	25	1	2	0,5
F2	25	25	25	15	25	1	2	0,5
F3	12,5	37,5	25	15	25	1	2	0,5

Penelitian ini merupakan jenis eksperimen dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Terdapat tiga perlakuan proporsi tepung biji labu kuning dan tepung jamur merang dengan dua kali ulangan. Perbandingan antara tepung biji labu kuning dan tepung jamur merang dalam setiap perlakuan atau formulasi, yakni F1 (75%:25%), F2 (50%:50%), dan F3 (25%:75%). Sementara itu, penambahan pure umbi gembili tetap pada setiap formulasi. Tabel 1 memberikan penjelasan lebih lanjut terkait formulasi daging analog.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dibedakan menjadi alat persiapan bahan, pembuatan daging analog, serta analisis kimia. Alat untuk persiapan bahan, diantaranya pisau, baskom, *steam blancher*, penggiling, *drum dryer*,

cabinet dryer, grinder, ayakan, dan blender. Alat untuk pembuatan daging analog diantaranya, baskom, mixer, dan kukusan. Kemudian, alat untuk analisis kimia terdiri atas cawan porselen, oven, desikator, timbangan analitik, labu Kjeldahl, kompor destruksi, alat destilasi, Erlenmeyer, alat titrasi, labu lemak, kertas saring, alat ekstraksi soxhlet, labu evaporator, *rotary evaporator*, kertas saring, dan *High Performance Liquid Chromatography* (HPLC).

Bahan yang digunakan dibedakan menjadi bahan pembuatan daging analog dan analisis. Bahan pembuatan daging analog terdiri atas biji labu kuning, jamur merang, umbi gembili, tapioka, air, garam, bawang merah dan putih, dan lada bubuk (Gambar 1). Bahan untuk analisis terdiri atas CuSO₄, K₂SO₄, H₂SO₄, NaOH, serbuk Zn, akuades, HCl, indikator metil merah 0,1%, pelarut

heksana, larutan buffer kalium borat, dan larutan ortoftalaldehida (OPA).



(1) Air, (2) Pure Umbi Gembili, (3) Tapioka, (4) Tepung Jamur Merang, (5) Tepung Biji Labu Kuning, (6) Bawang Putih, (7) Bawang Merah, (8) Lada, dan (9) Garam

Gambar 1. Bahan-Bahan Daging Analog

Pembuatan Tepung Biji Labu Kuning

Biji labu kuning yang telah disortir dilakukan perendaman selama 2 jam untuk menghilangkan asam fitat²⁶. Kemudian, biji labu kuning dikeringkan dan dihaluskan menggunakan drum dryer (3rpm, T 140°C). Selanjutnya, biji labu kuning dihaluskan menggunakan grinder dan diayak dengan ayakan 60 mesh.

Pembuatan Tepung Jamur Merang

Jamur merang disortir dan dicuci bersih untuk menghilangkan sisa-sisa tanah. Jamur merang kemudian diblansir dengan uap selama 5 menit untuk menghasilkan warna tepung yang lebih baik. Selanjutnya, jamur merang dihaluskan menggunakan penggiling terlebih dahulu untuk memudahkan proses pengeringan. Jamur merang dikeringkan dengan drum dryer (3rpm, T 140°C) dan dilanjutkan dengan cabinet dryer (1 jam, T 60°C). Jamur merang yang telah kering kemudian dihaluskan menggunakan grinder sampai menjadi tepung dan

diayakan dengan ayakan 80 mesh²⁷.

Pembuatan Pure Umbi Gembili

Umbi gembili disortir dan dikupas kulitnya. Umbi gembili kemudian dipotong setelah 0,5-1 cm dan direndam dengan larutan garam selama 30 menit. Selanjutnya, umbi gembili dikukus selama 30 menit agar mudah dihaluskan. Proses penghalusan dilakukan menggunakan blender hingga menjadi pure.

Pembuatan Daging Analog

Proses pembuatan daging analog mengacu pada penelitian Bintoro *et. al* (2023)²⁸. Semua bahan dicampur sesuai dengan formulasi (Tabel 1). Pencampuran dilakukan menggunakan mixer hingga merata. Adonan daging analog kemudian dituang ke dalam loyang 20x10x4 (pxlxt) dengan ketinggian adonan diatur 1,5 cm. Adonan dikukus selama 20 menit. Setelah itu, daging analog dipotong dengan ukuran 5x4 (pxl).



Gambar 2. Proses Pembuatan Daging Analog

Analisis Proksimat: Kadar Air

Analisis kadar air dilakukan menggunakan metode gravimetri. Pertama-tama cawan porselen dikeringkan menggunakan oven selama 30 menit (T 105°C). Kemudian, cawan dikeringkan dengan desikator

selama 30 menit. Sampel seberat ± 5 g ditimbang dan dihaluskan. Sampel dimasukkan ke dalam cawan kemudian dilakukan penimbangan. Selanjutnya cawan yang berisi sampel dikeringkan dengan oven selama 6 jam. Kemudian cawan yang berisi sampel didinginkan dengan

desikator selama 30 menit. Perhitungan kadar air dilakukan dengan rumus berikut ini.

$$\%air = \frac{A - B}{C} \times 100\%$$

Keterangan:

A = berat cawan dan sampel sebelum dikeringkan

B = berat cawan dan sampel setelah dikeringkan

C = berat sampel awal

Analisis Proksimat: Kadar Abu

Analisis kadar abu dilakukan dengan metode gravimetri. Tahap pertama dilakukan persiapan dengan mengeringkan cawan porselen menggunakan tanur selama 30 menit (T 600°C). Kemudian cawan porselen didinginkan dengan desikator selama 30 menit. Sampel dihancurkan dan ditimbang seberat ± 5 g. Selanjutnya, sampel dimasukkan ke dalam cawan dan dilakukan pengeringan dengan tanur selama 6 jam (T 400-600°C). Setelah itu, cawan yang berisi sampel didinginkan ke dalam desikator dan ditimbang. Perhitungan kadar abu dilakukan dengan rumus berikut ini.

$$\%abu = \frac{A - B}{C} \times 100\%$$

Keterangan:

A = berat cawan dan sampel setelah pengabuan

B = berat cawan

C = berat sampel awal

Analisis Proksimat: Kadar Protein

Analisis kadar protein dilakukan dengan metode Kjeldahl melalui 3 tahapan, yakni destruksi, destilasi, dan titrasi. Pada tahap destruksi, sampel pertama-tama dihancurkan dan ditimbang sebanyak ± 1 g. Sampel tersebut kemudian dimasukkan ke dalam labu Kjeldahl bersama 3 g CuSO_4 , 7 g K_2SO_4 , dan 15-25 ml H_2SO_4 dan dihomogenkan. Labu Kjeldahl dipanaskan di atas kompor destruksi hingga campuran menjadi jernih dan tidak berasap. Kemudian, tahap selanjutnya adalah destilasi yang dilakukan dengan memasukkan hasil destruksi ke dalam labu destilasi. Penambahan 25 ml NaOH 50%, serbuk Zn, dan akuades hingga setengah bagian labu destilasi. Pada penampung destilat, ditambahkan 25 ml HCl 0,1 N dan indikator metil merah sebanyak 5 tetes. Proses destilasi dilakukan hingga hasil destilasi mencapai ± 100 ml. Selanjutnya dilakukan tahap titrasi pada hasil destilasi menggunakan NaOH 0,1 N hingga larutan berubah warna menjadi jingga. Kadar protein dihitung dengan rumus berikut.

$$\%protein = \frac{(V_2 - V_1) \text{NaOH} \times N \text{NaOH} \times 14,008 \times f_k}{\text{berat sampel (mg)} \times 10} \times 100\%$$

Keterangan:

V_1 = volume NaOH untuk titrasi blanko

V_2 = volume NaOH untuk titrasi sampel

f_k = faktor konversi protein (6,25)

Analisis Proksimat: Kadar Lemak

Analisis kadar lemak dilakukan menggunakan metode Soxhlet. Pertama-tama, labu lemak yang akan digunakan dikeringkan di dalam oven, lalu didinginkan di dalam desikator. Labu tersebut kemudian ditimbang dan

dipasang dengan soxhlet. Sampel disiapkan dengan menghaluskan sampel sebanyak ± 2 g kemudian dibungkus dengan kertas saring membentuk selongsong. Kertas saring dimasukkan ke dalam soxhlet dan ditambah pelarut heksana sampai sampel terendam. Soxhlet kemudian dipasang dengan kondensor dan dilakukan ekstraksi hingga 6-8 jam. Setelah itu, labu yang berisi lemak dioven selama 1 jam untuk menguapkan sisa pelarut. Labu lemak didinginkan dan ditimbang untuk mendapatkan kadar lemak. Kadar lemak dihitung dengan rumus berikut ini.

$$\%lemak = \frac{W_2 - W_1}{\text{berat sampel}} \times 100\%$$

Keterangan:

W_1 = berat labu lemak kosong

W_2 = berat labu lemak dengan hasil ekstraksi

Analisis Proksimat: Kadar Karbohidrat

Analisis kadar karbohidrat dilakukan dengan metode *by difference*, yakni dengan persamaan berikut ini.

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

Analisis Profil Asam Amino

Analisis profil asam amino terdiri atas asam aspartat, treonin, serin, glutamat, glisin, alanin, valin, metionin, isoleusin, leusin, tirosin, fenilalanin, histidin, lisin, dan arginin dilakukan dengan instrumen HPLC dengan empat tahapan, yakni pembuatan hidrolisat protein, pengeringan, derivatisasi dan injeksi, dan analisis asam amino. Pada tahap pembuatan hidrolisat protein, sampel ditimbang sebanyak 0,1 g dan dihancurkan kemudian ditambahkan HCL 6N sebanyak 10 ml dan dipanaskan dengan oven selama 24 jam (T 100°C). Selanjutnya, dilakukan tahap pengeringan dengan rotary evaporator selama 15-30 menit dengan ditambahkan HCl 0,01 N sebanyak 5 ml. Kemudian, sampel disaring dengan kertas saring milipore. Kemudian dilakukan tahap derivatisasi dengan mencampur larutan buffer kalium borat dan sampel dengan perbandingan 1:1. Kemudian campuran tersebut dilakukan pencampuran lagi dengan larutan OPA dengan perbandingan 1:5. Campuran dilakukan penyaringan dengan kertas Whatman dan diambil secukupnya untuk diinjeksikan ke dalam HPLC. Kadar asam amino dihitung dengan persamaan berikut.

$$\%AA = \frac{\text{Luas area sampel} \times C_x \times F_p \times B_M}{\text{Luas area standar} \times \text{bobot sampel}} \times 100\%$$

Keterangan:

AA = asam amino

C = konsentrasi standar asam amino

F_p = faktor pengenceran

B_M = bobot molekul masing-masing AA

Analisis Data

Data hasil uji proksimat dan profil asam amino daging analog dilakukan analisis menggunakan analisis ragam (ANOVA). Apabila hasil ANOVA menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan, maka dilanjutkan dengan uji Duncan's Multiple Range (DMRT). Penelitian

ini telah mendapatkan persetujuan etik dari Komite Kode Etik Penelitian Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jakarta dengan Nomor: 54/II/2024/KEP pada tanggal 22 Februari 2024.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Bahan Baku

Bahan baku utama yang terdiri atas, tepung biji labu kuning, tepung jamur merang, dan pure umbi gembili dilakukan analisis proksimat dan profil asam amino. Hasil analisis proksimat dapat dilihat dalam Tabel 2. Berdasarkan hasil analisis, pure umbi gembili memiliki kadar air paling tinggi karena pembuatannya melalui

proses pengukusan. Kemudian tepung biji labu kuning memiliki kandungan protein dan lemak yang paling tinggi dibanding dua bahan baku lain. Hal ini disebabkan kadar protein biji labu kuning yang tinggi, yakni 30-40%¹⁶. Sementara itu, kadar lemak yang tinggi pada biji labu kuning didominasi oleh lemak tidak jenuh, yaitu asam oleat dan asam linoleat²⁶. Tepung jamur merang memiliki kadar abu dan karbohidrat yang paling tinggi dibanding dua bahan lain. Kadar abu yang tinggi menggambarkan bahwa kandungan mineral pada bahan tersebut tinggi²⁹. Kemudian kandungan karbohidrat pada kelompok jamur didominasi oleh jenis serat²⁷.

Tabel 2. Hasil Analisis Proksimat Bahan Baku

Parameter	Tepung Biji Labu Kuning	Tepung Jamur Merang	Pure Umbi Gembili
Kadar Air (%)	3,38	4,32	89,52
Kadar Abu (%)	5,33	8,24	0,02
Protein (%)	38,50	31,31	1,01
Lemak (%)	10,88	2,51	<0,02
Karbohidrat (%)	41,91	53,62	9,45

Hasil analisis profil asam amino bahan baku ditunjukkan dalam Tabel 3. Asam amino merupakan komponen pembentuk protein yang membentuk rantai polipeptida melalui ikatan kovalen antara satu asam amino dengan yang lainnya³⁰. Tepung biji labu kuning memiliki total profil asam amino paling tinggi dibandingkan tepung jamur merang dan pure umbi gembili. Hal ini menunjukkan tepung biji labu kuning mengandung protein yang paling tinggi (Tabel 2).

Terdapat 15 jenis asam amino yang berhasil diidentifikasi pada ketiga bahan yang terdiri atas asam amino esensial, non esensial, dan semi esensial. Glutamat diketahui menjadi asam amino tertinggi yang ditemukan pada tepung biji labu kuning. Kemudian leusin menjadi asam amino tertinggi pada tepung jamur merang sementara arginin menjadi asam amino tertinggi pada pure umbi gembili.

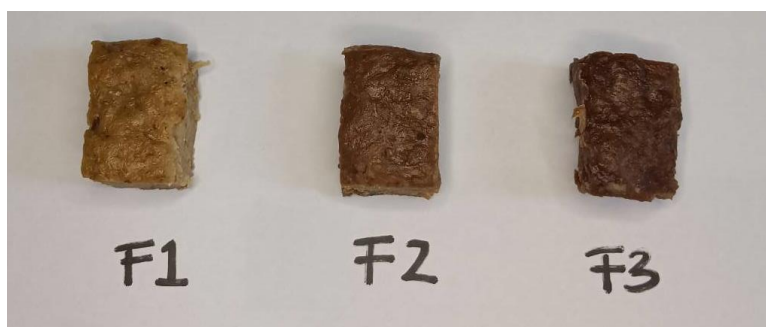
Tabel 3. Hasil Analisis Profil Asam Amino Bahan Baku

Parameter	Tepung Biji Labu Kuning	Tepung Jamur Merang	Pure Umbi Gembili
Asam Aspartat (%)	3,03	3,00	0,05
Treonin (%)	0,95	1,35	0,02
Serin (%)	1,65	1,37	0,03
Glutamat (%)	7,10	4,62	0,08
Glisin (%)	1,85	1,28	0,02
Alanin (%)	1,51	2,06	0,03
Valin (%)	1,59	1,41	0,03
Metionin (%)	0,58	0,23	<0,00
Isoleusin (%)	1,27	2,33	0,02
Leusin (%)	2,45	5,39	0,04
Tirosin (%)	1,01	0,86	<0,00
Fenilalanine (%)	1,66	1,41	0,03
Histidin (%)	1,19	0,83	0,06
Lisin (%)	1,34	1,51	0,04
Arginin (%)	4,93	1,45	0,10
Profil Asam Amino Total (%)	32,11	29,07	0,57

Kadar Air

Kadar air adalah faktor penting dalam mempengaruhi daya simpan dan kualitas makanan. Tingginya kadar air menyebabkan rendahnya umur simpan dan kualitas makanan²⁷. Hal ini disebabkan oleh pengaruh kadar air terhadap perubahan sifat fisik dan kimia serta kerusakan yang bersifat mikrobiologis pada makanan³¹. Hasil analisis ragam menunjukkan tidak ada perbedaan yang bermakna terhadap kadar air daging analog berdasarkan proporsi tepung biji labu kuning dan tepung jamur merang (Tabel 4).

Rata-rata kadar air daging analog berkisar 42,19–42,29%. Hasil tersebut lebih tinggi dibandingkan penelitian Lindriati et. al (2018) yang memiliki daging analog dengan kadar air yang berkisar antara 12,90–23,10%³². Tingginya kadar air dapat disebabkan oleh penggunaan bahan tambahan daging analog, yaitu pure umbi gembili yang memiliki kadar air cukup tinggi (Tabel 2). Sementara itu, pengolahan daging analog dengan cara pengukusan dapat menghasilkan kadar air yang tinggi karena adanya penyerapan air pada bahan³³.



Gambar 3. Perlakuan Masing-Masing Daging Analog

Kadar Abu

Kadar abu merefleksikan kandungan mineral dalam suatu produk²⁹. Semakin tinggi kadar abu, maka kandungan mineral dalam suatu produk tinggi. Hasil analisis ragam dalam Tabel 4 menunjukkan perbedaan bermakna terhadap kadar abu daging analog. Kemudian, uji lanjutan Duncan menunjukkan kadar abu F1 berbeda signifikan dengan F2 dan F3. Namun, perbedaan terhadap kadar abu tidak ditemukan pada F2 dan F3. Penggunaan bahan baku dapat menyebabkan adanya perbedaan tersebut. Hal ini didukung dari hasil analisis bahan baku yang telah dilakukan dimana kadar abu tepung jamur merang sebesar 8,2%, sementara tepung biji labu kuning sebesar 5,33% (Tabel 2). Maka dari itu, penggunaan tepung jamur merang yang lebih tinggi dibandingkan tepung biji labu kuning pada F3 menyebabkan kadar abu yang lebih tinggi.

Rata-rata kadar abu daging analog berkisar antara 2,81-4,34%. Kadar abu daging analog diketahui lebih tinggi dibandingkan dengan daging sapi yang berkisar 0,5-1,4%^{12,34}. Hal tersebut disebabkan oleh bahan nabati yang digunakan dalam daging analog mengandung mineral yang didapatkan dari tanah (*trace elements*). Namun, tingginya kadar abu pada daging analog tidak menunjukkan hubungan terhadap tingginya bioavailabilitas dan bioaksesibilitas dari kandungan mineral³⁵.

Kadar Protein

Kadar Protein menjadi komponen yang paling diperhatikan pada lauk pauk. Kadar protein pada lauk pauk hewani umumnya lebih baik secara kualitas dan

kuantitas dibandingkan lauk pauk nabati³⁶. Namun, komplementasi beberapa jenis sumber protein nabati dapat menjadi cara dalam menyiasati pemenuhan kebutuhan protein. Hasil analisis ragam tidak menunjukkan adanya perbedaan bermakna dari proporsi tepung biji labu kuning dan tepung jamur merang terhadap kadar protein daging analog (Tabel 4). Bahan baku yang digunakan pada pembuatan daging analog diketahui memiliki kadar protein yang tergolong tinggi. Namun, tepung biji labu kuning mengandung protein sebesar 38,50%, lebih tinggi dibanding tepung jamur merang sebesar 31,31% (Tabel 2). Kadar protein yang tinggi pada tepung biji labu kuning disebabkan oleh akumulasi protein pada kelompok biji-bijian yang digunakan untuk proses perkecambahan³⁷. Sementara itu, kelompok jamur diketahui memiliki kandungan protein yang lebih tinggi dari sayur, buah, dan gandum³⁸. Kandungan protein dari jamur seringkali digunakan sebagai alternatif daging karena memiliki kualitas protein yang cukup baik untuk meningkatkan kesehatan disamping memiliki dampak terhadap masalah lingkungan yang lebih rendah³⁹.

Kadar protein daging analog dalam penelitian ini berkisar antara 15,50–16,90%. Kadar protein tersebut lebih besar dibanding daging analog dari penelitian Wibawa et. al (2023) yang sebesar 9,05–11,90%⁴⁰. Perbedaan tersebut disebabkan oleh pemilihan jenis bahan sumber protein serta jumlah yang digunakan dalam pembuatan daging analog. Kadar protein daging analog pada penelitian ini juga mendekati kadar protein daging sapi yang berkisar antara 17,5–19,6%¹².

Tabel 4. Hasil Analisis Proksimat Daging Analog

Parameter	Formulasi			p-value
	F1	F2	F3	
Kadar Air (%)	42,19±2,022 ^a	42,23±1,576 ^a	42,29±1,152 ^a	0,998
Kadar Abu (%)	2,81±0,417 ^a	3,63±0,040 ^b	4,34±0,113 ^b	0,020*
Protein (%)	16,90±0,989 ^a	16,03±0,332 ^a	15,50±0,289 ^a	0,227
Lemak (%)	14,08±0,106 ^a	9,78±0,360 ^b	3,86±0,374 ^c	<0,001*
Karbohidrat (%)	24,01±0,509 ^a	28,31±0,919 ^b	33,98±1,124 ^c	0,004*

Proporsi tepung biji labu kuning dan tepung jamur merang pada daging analog, F1 (75%:25%), F2 (50%:50%), dan F3 (25%:75%); notasi *superscript* (a,b,c) yang serupa pada parameter yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan signifikan pada taraf uji *Duncan* (p-value≥0,05); tanda (*) merupakan parameter yang memiliki perbedaan nyata.

Kadar Lemak

Kadar lemak pada suatu produk makanan menjadi salah satu bahan pertimbangan konsumen karena kaitannya dalam meningkatkan risiko berbagai penyakit, termasuk penyakit kardiovaskular⁶. Hal tersebut terutama disebabkan oleh kandungan kolesterol dan asam lemak jenuh pada makanan tersebut. Hasil analisis ragam dalam Tabel 4 menunjukkan terdapat perbedaan bermakna dari rasio tepung biji labu kuning dan tepung jamur merang terhadap kadar lemak daging analog. Perbedaan tersebut ditemukan pada ketiga formulasi. Penggunaan tepung biji labu kuning yang lebih banyak jumlahnya dibandingkan tepung jamur merang membuat kadar lemak daging analog meningkat. Hal tersebut disebabkan tepung biji labu kuning memiliki kadar lemak yang cukup tinggi, yakni sebesar 10,88%, dibandingkan dengan kadar lemak tepung jamur merang yang hanya sebesar 2,51% (Tabel 1). Tingginya kadar lemak pada biji labu kuning didominasi oleh jenis asam lemak tidak jenuh²⁶. Diketahui bahwa asam lemak tidak jenuh mempunyai berbagai manfaat kesehatan karena memiliki efek anti inflamasi²⁰.

Kadar lemak daging analog pada penelitian ini berkisar antara 3,86–14,08%. Kadar lemak tersebut lebih tinggi dibandingkan dengan kadar lemak daging analog penelitian Wibawa et. al (2023) yang berkisar antara 0,25–1,21%⁴⁰. Namun, kadar lemak tersebut tidak berbeda jauh dengan hasil penelitian de Angelis (2020) yang memiliki rata-rata kadar lemak daging analog sebesar 4,26-8,93%⁴¹. Kemudian kadar lemak daging analog pada penelitian ini cenderung lebih rendah dibandingkan dengan daging sapi yang memiliki kadar lemak sebesar 10–22%¹². Rendahnya kadar lemak menjadi keunggulan daging analog yang dapat dimanfaatkan untuk mengurangi risiko dislipidemia.

Kadar Karbohidrat

Daging analog umumnya mengandung karbohidrat yang berkisar antara 10–30%⁴². Kandungan karbohidrat tersebut dapat dimanfaatkan dalam membentuk tekstur berserat seperti pada daging sapi⁴³. Hasil analisis ragam menunjukkan perbedaan signifikan dari rasio tepung biji labu kuning dan tepung jamur merang terhadap kadar karbohidrat daging analog (Tabel 4). Selanjutnya, uji Duncan menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antar ketiga formulasi. Kedua bahan baku, yakni tepung biji labu kuning dan tepung jamur merang, memiliki kandungan karbohidrat yang cukup tinggi, yakni sebesar 41,91% dan 53,62% (Tabel 2). Namun, kandungan karbohidrat tepung jamur merang lebih tinggi dibandingkan tepung biji labu kuning, sehingga daging analog mengalami peningkatan seiring dengan meningkatnya penggunaan tepung jamur merang dibanding tepung biji labu kuning. Diketahui bahwa kandungan karbohidrat pada jamur adalah jenis serat pangan²⁷. Kemudian, bahan tambahan berupa pure umbi

gembili dan tapioka yang digunakan juga berkontribusi terhadap kadar karbohidrat daging analog. Kedua bahan tersebut merupakan sumber karbohidrat yang dapat digunakan sebagai makanan pokok²³.

Rata-rata kadar karbohidrat pada penelitian ini berkisar antara 24,01–33,98%. Kadar karbohidrat tersebut cenderung lebih rendah dibandingkan penelitian Wibawa et. al (2023) yang memiliki daging analog dengan kadar karbohidrat berkisar 45,84–53,37%⁴⁰. Namun, kadar karbohidrat tersebut masih cukup tinggi dibandingkan dengan daging analog komersial yang memiliki kadar karbohidrat berkisar 9,63–20,31%⁴⁴. Perbedaan tersebut disebabkan oleh jenis bahan yang digunakan.

Profil Asam Amino

Asam amino merupakan elemen penyusun protein yang dihubungkan dengan ikatan peptida antara satu dengan yang lainnya³⁰. Pangan hewani seperti daging diketahui memiliki kandungan asam amino yang cukup lengkap dibandingkan pangan nabati⁴⁵. Namun, kombinasi pangan nabati yang tepat dapat menyediakan kebutuhan asam amino harian.

Analisis profil asam amino pada penelitian ini dilakukan agar dapat membandingkan kandungan asam amino daging analog dengan daging sapi. Hal ini disebabkan pembuatan daging analog dilakukan dengan tetap menyerupai karakteristik dari daging sapi, salah satunya memiliki kandungan asam amino yang lengkap. Hasil analisis ragam menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang bermakna dari rasio tepung biji labu kuning dan tepung jamur merang terhadap total profil asam amino daging analog (Tabel 5). Namun, hasil penelitian menunjukkan adanya tren penurunan total asam amino dari formulasi yang telah dirancang. Penurunan tersebut dapat disebabkan oleh menurunnya penggunaan tepung biji labu kuning dan meningkatnya penggunaan tepung jamur merang. Hal ini didukung dari hasil analisis bahan baku yang telah dilakukan, dimana total profil asam amino tepung biji labu kuning lebih tinggi dari tepung jamur merang (Tabel 2). Kemudian hasil analisis total profil asam amino daging analog dalam penelitian ini lebih rendah dibandingkan dengan total asam amino daging sapi yang berkisar antara 22,15 – 24,85%⁴⁶.

Analisis profil asam amino pada penelitian ini berhasil menganalisis 15 jenis asam amino yang mencakup asam amino esensial, non esensial, dan semi esensial. Tabel 5 menunjukkan bahwa asam amino tertinggi pada F1 adalah arginin, sementara pada F2 dan F3 adalah glutamat. Kemudian, asam amino pembatas pada ketiga formulasi adalah metionin. Hasil tersebut tidak jauh berbeda apabila dibandingkan dengan daging sapi yang memiliki glutamat sebagai asam amino tertinggi dan metionin sebagai asam amino terendah⁴⁶.

Tabel 5. Hasil Analisis Profil Asam Amino Daging Analog

Parameter	Formulasi			p-value
	F1	F2	F3	
Asam Aspartat (%)	1,18±0,091 ^a	1,18±0,021 ^a	1,14±0,063 ^a	0,796
Treonin (%)	0,46±0,021 ^a	0,53±0,007 ^b	0,57±0,021 ^b	0,019*
Serin (%)	0,72±0,056 ^a	0,69±0,007 ^a	0,67±0,035 ^a	0,572
Glutamat (%)	2,67±0,219 ^a	2,37±0,091 ^a	2,17±0,091 ^a	0,092
Glisin (%)	0,66±0,056 ^a	0,61±0,014 ^a	0,55±0,028 ^a	0,130
Alanin (%)	0,68±0,042 ^a	0,72±0,028 ^a	0,76±0,028 ^a	0,204
Valin (%)	0,69±0,134 ^a	0,71±0,098 ^a	0,61±0,035 ^a	0,632
Metionin (%)	0,18±0,014 ^a	0,14±0,035 ^a	0,10±0,014 ^a	0,092
Isoleusin (%)	0,45±0,028 ^a	0,64±0,289 ^a	0,44±0,028 ^a	0,483
Leusin (%)	0,81±0,070 ^a	1,22±0,671 ^a	0,70±0,035 ^a	0,467
Tirosin (%)	0,58±0,035 ^a	0,46±0,134 ^a	0,51±0,021 ^a	0,437
Fenilalanin (%)	1,10±0,070 ^a	0,95±0,282 ^a	1,08±0,035 ^a	0,662
Histidin (%)	0,96±0,077 ^a	0,79±0,261 ^a	0,83±0,021 ^a	0,590
Lisin (%)	0,58±0,014 ^a	0,62±0,007 ^{a,b}	0,65±0,021 ^b	0,036*
Arginin (%)	2,85±2,078 ^a	1,48±0,247 ^a	1,15±0,035 ^a	0,437
Profil Asam Amino Total (%)	14,60±3,019^a	13,16±0,332^a	11,97±0,374^a	0,435

Proporsi tepung biji labu kuning dan tepung jamur merang pada daging analog, F1 (75%:25%), F2 (50%:50%), dan F3 (25%:75%); notasi *superscript* (a,b) yang serupa pada parameter yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan bermakna pada taraf uji *Duncan* ($p\text{-value} \geq 0,05$); tanda (*) merupakan parameter yang memiliki perbedaan nyata.

Analisis ragam juga dilakukan pada data 15 jenis asam amino yang berhasil diidentifikasi dari formulasi daging analog yang dibuat. Tabel 5 menunjukkan bahwa rasio tepung biji labu kuning dan tepung jamur merang hanya berbeda secara signifikan terhadap 2 dari 15 jenis asam amino, yakni lisin dan treonin. Selanjutnya, uji *Duncan* pada lisin menunjukkan bahwa F1 memiliki perbedaan signifikan dengan F3, tetapi F2 tidak memiliki perbedaan signifikan dengan F1 dan F3. Kemudian, uji lanjutan *Duncan* menunjukkan perbedaan bermakna antara F1 dengan F2 dan F3, tetapi perbedaan tidak ditemukan pada F2 dan F3. Penggunaan tepung jamur merang yang lebih tinggi dibandingkan tepung biji labu kuning dapat menyebabkan adanya perbedaan pada asam amino lisin dan treonin. Hal ini didukung dari hasil analisis bahan baku yang telah dilakukan, dimana kandungan asam amino lisin dan treonin tepung jamur merang lebih tinggi daripada tepung biji labu kuning (Tabel 2).

Asam amino treonin merupakan salah satu jenis asam amino esensial yang juga diketahui memiliki pengaruh terhadap dislipidemia. Penelitian oleh Ma *et. al* (2020), pada tikus obesitas yang diberi diet tinggi lemak dan suplementasi treonin (3% pada air minum) menunjukkan tren penurunan pada berat badan, berat lemak tubuh, kadar triasilgliserol, kolesterol total, dan LDL-C⁴⁷. Namun, asam amino esensial lisin, diketahui tidak memiliki pengaruh terhadap dislipidemia melalui penelitian yang sama. Kelebihan penelitian ini antara lain memanfaatkan potensi pangan lokal, dapat menjadi pilihan lain untuk mengganti daging sapi, dan memiliki karakteristik asam amino yang hampir menyerupai daging sapi. Sementara itu, kelemahan penelitian ini antara lain tidak dilakukan uji umur simpan produk, masih adanya ketergantungan terhadap bahan pengikat lain (tapioka), dan analisis lemak yang dilakukan hanyalah kadar lemak total sehingga tidak dapat memastikan jenis dari lemak tersebut.

KESIMPULAN

Hasil menunjukkan bahwa proporsi tepung biji labu kuning dan tepung jamur merang menyebabkan perbedaan yang bermakna pada kadar abu, lemak, karbohidrat, serta treonin dan lisin. Kandungan gizi daging analog penelitian ini tidak berbeda jauh dengan kandungan daging analog pada penelitian lainnya. Namun, kandungan lemaknya cenderung lebih tinggi, walaupun kandungan lemak tersebut masih lebih rendah dibandingkan daging sapi. Penggunaan biji labu kuning diketahui menyebabkan peningkatan kadar lemak daging analog karena kandungan lemaknya cukup tinggi. Sementara itu, karakteristik profil asam amino daging analog pada penelitian ini tidak berbeda jauh dengan daging sapi yang memiliki glutamat sebagai asam amino tertinggi dan metionin sebagai asam amino pembatas. Saran untuk penelitian selanjutnya adalah mengolah daging analog dengan metode lain seperti menggunakan ekstruder. Proses tersebut dapat menurunkan kadar air dan meningkatkan umur simpan daging analog.

ACKNOWLEDGEMENT

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada PT Indofood Sukses Makmur Tbk. atas dukungan dana penelitian melalui prog Indofood Riset Nugraha (IRN) 2023-2024.

KONFLIK KEPENTINGAN DAN SUMBER PENDANAAN

Semua penulis tidak memiliki *conflict of interest* terhadap artikel ini. Penelitian ini didanai oleh PT Indofood Sukses Makmur Tbk. dengan nomor kontrak SKE.037/X/CC/X/2023.

KONTRIBUSI PENULIS

SM: *conceptualization, data curation, formal analysis, funding acquisition, investigation, methodology, project administration, resources, software, visualization, dan writing – original draft*; NN: *methodology, resources, supervision, validation, dan writing – review & editing*; AF: *supervision, validation, dan writing – review & editing*.

REFERENSI

- Addisu, B., Bekele, S., Wube, T. B., Hirigo, A. T. & Cheneke, W. Dyslipidemia and its associated factors among adult cardiac patients at Ambo university referral hospital, Oromia region, west Ethiopia. *BMC Cardiovasc. Disord.* **23**, 1–12 (2023). <https://doi.org/10.1186/s12872-023-03348-y>
- Roth, G. A. et al. Global Burden of Cardiovascular Diseases and Risk Factors, 1990–2019: Update From the GBD 2019 Study. *J. Am. Coll. Cardiol.* **76**, 2982–3021 (2020). <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2020.11.010>
- WHO. Cardiovascular diseases. https://www.who.int/health-topics/cardiovascular-diseases#tab=tab_1.
- Mendis, S., Graham, I. & Narula, J. Addressing the Global Burden of Cardiovascular Diseases; Need for Scalable and Sustainable Frameworks. *Glob. Heart* **17**, (2022). <https://doi.org/10.5334/gh.1139>
- PERKENI. *Panduan Pengelolaan Dislipidemia di Indonesia 2021*. (PB Perkeni, 2021).
- Hedayatnia, M. et al. Dyslipidemia and cardiovascular disease risk among the MASHAD study population. *Lipids Health Dis.* **19**, 1–11 (2020). <https://doi.org/10.1186/s12944-020-01204-y>
- Putri, M. P. D., Suyasa, I. P. G. E. A. & Budiapsari, P. I. Hubungan antara Dislipidemia dengan Kejadian Hipertensi di Bali Tahun 2019. *AMJ (Aesculapius Med. J.)* **1**, 8–12 (2021). <https://doi.org/10.22225/amj.1.1.2021.8-12>
- Auffret, V. Dyslipidemia is a Primary Cause of Cardiovascular Disease. *J. Interv. Gen. Cardiol.* **6**, (2022). <https://doi.org/10.37421/2684-4591.2022.6.156>
- Hidekatsu, Y. & Hiroshi, Y. Secondary dyslipidemia: its treatments and association with atherosclerosis. *Glob. Heal. Med.* **3**, 15 (2021). <https://doi.org/10.35772/ghm.2020.01078>
- Bambona, N. R. B., Haniarti & Nurlinda. Hubungan Pola Makan terhadap Kadar Kolesterol Darah Total pada Dosen Universitas Muhammadiyah Parepare. *Indones. Heal. J.* **1**, 74–81 (2022). <https://doi.org/10.58344/ihj.v1i2.20>
- Yuningrum, H., Rahmuniyati, M. E. & Sumiratsi, N. N. R. Consumption of Fried Foods as A Risk Factor for Hypercholesterolemia: Study of Eating Habits in Public Health Students. *J. Heal. Educ.* **5**, 78–85 (2020). <https://doi.org/10.15294/jhe.v5i2.38683>
- Kemenkes RI. *Tabel Komposisi Pangan Indonesia 2020*. (Direktorat Jenderal Kesehatan Masyarakat RI, 2020).
- Geiker, N. R. W. et al. Meat and Human Health—Current Knowledge and Research Gaps. *Foods* **10**, (2021). <https://doi.org/10.3390/foods10071556>
- Lindriati, T., Nafi, A. & Sari, Z. G. Optimasi Pembuatan Daging Tiruan Umbi Porang (*Amorphophallus oncophyllus*) dan Isolat Protein Kedelai dengan Metode RSM (Response Surface Methodology). *J. Teknol. dan Ind. Pertan.* **11**, 75–83 (2019). <https://doi.org/10.17969/jtipi.v11i2.12798>
- Kołodziejczak, K., Onopiuk, A., Szpicer, A. & Poltorak, A. Meat Analogues in the Perspective of Recent Scientific Research: A Review. *Foods* **2022**, Vol. 11, Page 105 11, 105 (2021). <https://doi.org/10.3390/foods11010105>
- Gao, D., Helikh, A. O., Filon, A. M., Duan, Z. & Vasylenko, O. O. Effect of pH-Shifting Treatment on The Gel Properties of Pumpkin Seed Protein Isolate. *J. Chem. Technol.* **30**, 198–204 (2022). <https://doi.org/10.15421/jchemtech.v30i2.241145>
- Widya, F. C., Anjani, G. & Syauqy, A. Analisis Kadar Protein, Asam Amino, dan Daya Terima Pemberian Makanan Tambahan (PMT) Pemulihan Berbasis Labu Kuning (*Cucurbita Moschata*) untuk Batita Gizi Kurang. *J. Nutr. Coll.* **8**, 207–218 (2019). <https://doi.org/10.14710/jnc.v8i4.25834>
- Dotto, J. M. & Chacha, J. S. The potential of pumpkin seeds as a functional food ingredient: A review. *Sci. African* **10**, (2020). <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2020.e00575>
- de Farias, L. M. et al. Hypotriglyceridemic and hepatoprotective effect of pumpkin (*Cucurbita moschata*) seed flour in an experimental model of dyslipidemia. *South African J. Bot.* **151**, 484–492 (2022). <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2022.05.008>
- Wang, M. & Zhao, R. A review on nutritional advantages of edible mushrooms and its industrialization development situation in protein meat analogues. *J. Futur. Foods* **3**, 1–7 (2023). <https://doi.org/10.1016/j.jfutfo.2022.09.001>
- Damayanty, A. E., Suromo, L. B. & Kisdjamiatun, R. Pengaruh pemberian ekstrak jamur merang (*volvariella volvacea*) terhadap kadar kolesterol total, enzim lplpa2 dan mda darah. *J. Gizi Indones. (The Indones. J. Nutr.)* **4**, 48–54 (2016). <https://doi.org/10.14710/jgi.4.1.48-54>
- Sangthong, S., Pintathong, P., Pongsua, P., Jirarat, A. & Chaiwut, P. Polysaccharides from *Volvariella volvacea* Mushroom: Extraction, Biological Activities and Cosmetic Efficacy. *J. Fungi* **8**, (2022). <https://doi.org/10.3390/jof8060572>
- Sabda, M., Wulanningtyas, H. S., Ondikeleuw, M. & Baliadi, Y. Karakterisasi Potensi Gembili (*Dioscorea esculenta* L.) Lokal Asal Papua Sebagai Alternatif Bahan Pangan Pokok. *Bul. Plasma Nutrafah* **25**, 25–32 (2019). <https://doi.org/10.21082/blpn.v25n1.2019.p25-32>
- Sari, L., Yuniastuti, A. & Christijanti, W. Pengaruh Pemberian Pati Umbi Gembili (*Dioscorea esculenta*) Terhadap Kadar Kolesterol LDL dan HDL Tikus Hiperkolesterolemia. in *Prosiding Semnas Biologi ke-9* 192–195 (2021).
- Rahma, C., Yuniastuti, A. & Christijanti, W. Kadar Trigliserida Tikus Hiperkolesterolemia Setelah Pemberian Pati Umbi Gembili (*Dioscorea esculenta* L.). in *Prosiding Semnas Biologi ke-9* 162–166 (2021).

26. Iswahyudi, Arindani, S. M. & Muhdar, I. N. Pemanfaatan Tepung Biji Labu Kuning dalam Pembuatan Pie Susu sebagai Alternatif Camilan Sumber Zink. *J. Teknol. dan Ind. Pertan. Indones.* **15**, (2023). <https://doi.org/10.17969/jtipi.v15i1.24595>
27. Yuliani, Y., Maryanto, M. & Nurhayati, N. Karakteristik Fisik dan Kimia Tepung Jamur Merang (*Volvariella volvacea*) dan Tepung Jamur Tiram (*Pleurotus ostreatus*) Tervariasi Perlakuan Blanching. *J. Agroteknologi* **12**, 176 (2018). <https://doi.org/10.19184/j-agt.v12i02.9296>
28. Bintoro, V. P., Putra, A. Y. R. I. & Susanti, S. Karakteristik kimia, susut masak, dan tingkat kesukaan daging analog berbasis jamur shitake dengan tepung tempe. *Agrointek J. Teknol. Ind. Pertan.* **17**, 508–516 (2023). <https://doi.org/10.21107/agrointek.v17i3.15255>
29. Wijono, W. K. & Estiasih, T. The effect of lesser yam tuber flour (*Dioscorea esculenta*) and cooking methods on meat analogue chemical and textural properties. *Adv. Food Sci. Sustain. Agric. Agroindustrial Eng.* **4**, 162–170 (2021). <https://doi.org/10.21776/ub.afssaae.2021.004.02.10>
30. Subroto, E. et al. The Analysis Techniques Of Amino Acid And Protein In Food And Agricultural Products. *Int. J. Sci. Technol. Res.* **9**, 29–36 (2020).
31. Surahman, D. N. et al. Pendugaan Umur Simpan Snack Bar Pisang dengan Metode Arrhenius pada Suhu Penyimpanan yang Berbeda. *Biopropal Ind.* **11**, 127–137 (2020). <https://doi.org/10.36974/jbi.v11i2.5898>
32. Lindriati, T., Herlina, H. & Emania, J. N. Sifat Fisik Daging Analog Berbahan Dasar Campuran Tepung Porang (*Amorphophallus oncophyllus*) dan Isolat Protein Kedelai. *J. Teknol. Pertan. Andalas* **22**, 175 (2018). <https://doi.org/10.25077/jtpa.22.2.175-186.2018>
33. Maysaroh, C. Pengaruh Lama Waktu Pengukusan Terhadap Karakteristik Fisikokimia dan Organoleptik Puree Labu Kuning (*Cucurbita moschata*). *J. Teknol. Pangan dan Has. Pertan.* **18**, 1–11 (2020). <https://doi.org/10.21776/ub.jpa.2018.006.01.3>
34. De Marchi, M., Costa, A., Pozza, M., Goi, A. & Manuelian, C. L. Detailed characterization of plant-based burgers. *Sci. Rep.* **11**, 1–9 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41598-021-81684-9>
35. Latunde-Dada, G. O. et al. Content and Availability of Minerals in Plant-Based Burgers Compared with a Meat Burger. *Nutrients* **15**, (2023). <https://doi.org/10.3390/nu15122732>
36. Day, L., Cakebread, J. A. & Loveday, S. M. Food proteins from animals and plants: Differences in the nutritional and functional properties. *Trends Food Sci. Technol.* **119**, 428–442 (2022). <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.12.020>
37. Mouzo, D., Bernal, J., López-Pedrouso, M., Franco, D. & Zapata, C. Advances in the Biology of Seed and Vegetative Storage Proteins Based on Two-Dimensional Electrophoresis Coupled to Mass Spectrometry. *Mol. A J. Synth. Chem. Nat. Prod. Chem.* **23**, (2018). <https://doi.org/10.3390/molecules23102462>
38. Yu, Q. et al. Analysis of Nutritional Composition in 23 Kinds of Edible Fungi. *J. Food Qual.* **2020**, (2020). <https://doi.org/10.1155/2020/8821315>
39. Ayimbila, F. & Keawsompong, S. Nutritional Quality and Biological Application of Mushroom Protein as a Novel Protein Alternative. *Curr. Nutr. Rep.* **12**, 290–307 (2023). <https://doi.org/10.1007/s13668-023-00468-x>
40. Wibawa, M. J. K., Ulfah, M., Widyasaputra, R. & Setya, E. A. Pengaruh Substitusi Tepung Kacang Merah dan Kacang Koro dengan Variasi Waktu Perebusan terhadap Karakteristik Daging Analog. *BIOFOODTECH J. Bioenergy Food Technol.* **1**, 95–105 (2023). <https://doi.org/10.55180/biofoodtech.v1i02.299>
41. de Angelis, D. et al. Physicochemical and Sensorial Evaluation of Meat Analogues Produced from Dry-Fractionated Pea and Oat Proteins. *Foods* **9**, 1754 (2020). <https://doi.org/10.3390/foods9121754>
42. Huang, M. et al. Use of food carbohydrates towards the innovation of plant-based meat analogs. *Trends Food Sci. Technol.* **129**, 155–163 (2022). <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2022.09.021>
43. Kyriakopoulou, K., Keppler, J. K. & van der Goot, A. J. Functionality of Ingredients and Additives in Plant-Based Meat Analogues. *Foods* **10**, 600 (2021). <https://doi.org/10.3390/foods10030600>
44. Fresán, U., Mejia, M. A., Craig, W. J., Jaceldo-Siegl, K. & Sabaté, J. Meat analogs from different protein sources: A comparison of their sustainability and nutritional content. *Sustainability* **11**, (2019). <https://doi.org/10.3390/su11123231>
45. Timakova, R. T. & Iliukhina, I. V. Study of the amino acid composition of beef proteins using ionizing radiation treatment technology. *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.* **1052**, (2022). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1052/1/012138>
46. Wu, G. et al. Composition of free and peptide-bound amino acids in beef chuck, loin, and round cuts. *J. Anim. Sci.* **94**, 2603–2613 (2016). <https://doi.org/10.2527/jas.2016-0478>
47. Ma, Q. et al. Threonine, but Not Lysine and Methionine, Reduces Fat Accumulation by Regulating Lipid Metabolism in Obese Mice. *J. Agric. Food Chem.* **68**, 4876–4883 (2020). <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.0c01023>