

RESEARCH STUDY

Indonesian Version

OPEN ACCESS

Peningkatan Mutu Organoleptik dan Tekstur Daging Tiruan Berbasis Kedelai dan Glukomanan untuk Intervensi Obesitas Menggunakan Jamur dan Minyak Nabati

Organoleptic and Textural Quality Improvement of Soybean and Glucomannan Based Meat Analogue for Obesity Intervention Using Mushrooms and Vegetable Oil

Hiasinta Anatasia Purnawijayanti^{1*}, Veronica Ima Pujiastuti¹, M.I. Ekatrina Wijayanti²¹Program Studi Gizi, Program Sarjana, STIKes Panti Rapih Yogyakarta, Indonesia²Program Studi Keperawatan, Program Sarjana, STIKes Panti Rapih Yogyakarta, Indonesia**INFO ARTIKEL**

Received: 15-09-2024

Accepted: 17-01-2025

Published online: 20-06-2025

***Koresponden:**

Hiasinta Anatasia

Purnawijayanti

purna_wijayanti@stikespantirapih.ac.id

DOI:

10.20473/amnt.v9i2.2025.216-224

Tersedia secara online:<https://ejournal.unair.ac.id/AMNT>**Kata Kunci:**

Obesitas, Daging Tiruan, Jamur,

Minyak Nabati, Indeks

Kenyamanan

ABSTRAK

Latar Belakang: Daging tiruan berbasis nabati dapat menjadi makanan alternatif untuk intervensi obesitas karena komposisinya dapat direkayasa sesuai kriteria. Kemiripan struktur serat dengan otot daging, tekstur, sifat sensorik dan nilai gizi menjadi penentu penerimaan konsumen. Jamur memiliki lemak rendah, protein berkualitas tinggi, serat dan *nutraceuticals*, sehingga potensial untuk formulasi daging tiruan. Jamur juga memiliki struktur berserat yang dapat meniru tekstur daging serta memiliki citarasa gurih *umami*. Penambahan minyak nabati pada formula daging tiruan terbukti dapat mempertahankan sifat fisikokimia dan daya simpannya.

Tujuan: Meningkatkan mutu organoleptik dan tekstur daging tiruan berbasis kedelai dan glukomanan untuk intervensi obesitas.

Metode: Penelitian eksperimental rancangan acak lengkap 1 kontrol berupa daging tiruan dengan penambahan jamur tiram tanpa minyak nabati dan 4 perlakuan berupa kombinasi penggunaan jamur tiram raja dan enoki serta minyak jeruk dan jagung. Data meliputi profil tekstur, *water and oil holding capacity*, indeks kecoklatan, uji organoleptik, serta uji indeks kenyang. Data dianalisis dengan Analisis Varian dilanjutkan Duncan Multiple Range Test.

Hasil: Penggunaan jamur dan minyak nabati dalam formula daging tiruan berpengaruh (nilai $p < 0,05$) terhadap aroma, kapasitas pengikatan air dan minyak serta parameter tekstur *hardness bite*, *gumminess* dan *chewiness*, namun tidak berpengaruh (nilai $p > 0,05$) terhadap kenampakan, citarasa, tekstur, *aftertaste*, kesukaan, indeks kecoklatan dan parameter tekstur *cohesiveness*, *resilience* dan *springiness*. Jamur enoki dan minyak jagung cenderung meningkatkan mutu organoleptik daging tiruan. Indeks kenyang daging tiruan berbasis kedelai dan glukomanan dengan penambahan jamur enoki dan minyak jagung sebesar 110,4%.

Kesimpulan: Jamur dan minyak nabati dapat digunakan dalam formulasi daging tiruan untuk meningkatkan mutu organoleptik dan teksturnya.

PENDAHULUAN

Penanganan obesitas melalui rekayasa makanan dapat dilakukan dengan menyediakan makanan yang memiliki komposisi gizi yang sesuai untuk penurunan berat badan, yakni rendah kalori dan rendah lemak, namun tetap mengenyangkan. Daging tiruan berbasis protein nabati (*plant protein-based meat analogue*) dapat menjadi makanan alternatif untuk intervensi obesitas, karena komposisinya dapat direkayasa sedemikian rupa sehingga memenuhi kriteria yang ditentukan. Berbagai jenis protein nabati terutama dari kacang-kacangan dan sereal telah dimanfaatkan sebagai bahan dasar daging tiruan¹. Meskipun demikian

daging tiruan umumnya masih berbeda dengan daging dalam hal rasa di mulut (*mouthfeel*), tekstur, rasa, dan aroma². Penerimaan konsumen akan daging tiruan juga bergantung pada seberapa mirip struktur seratnya dengan otot daging. Selain itu daging tiruan juga memiliki tekstur seperti daging dan memiliki sifat sensorik dan nutrisi yang serupa³.

Sejalan dengan perkembangan teknologi, struktur serupa daging pada produk daging tiruan dapat diupayakan melalui penggunaan peralatan dengan teknologi ekstrusi, shearing, dan pencampuran. Meskipun demikian untuk meniru daging dalam karakteristik sensorik lainnya, seperti warna, aroma dan

rasa di mulut, harus digunakan bahan tambahan non-protein⁴. Permasalahan lain produk daging nabati yakni kurang berair dibandingkan daging asli, karena kandungan lemaknya jauh lebih sedikit, padahal lemak berperan penting dalam rasa *juiciness*⁵. Daging tiruan yang dikembangkan dari kedelai dan glukomanan memiliki sifat fisik berupa susut masak dan kapasitas pengikatan air yang baik, namun kenampakan, citarasa dan teksturnya belum bisa menyamai daging⁶.

Jamur konsumsi pada umumnya merupakan komoditi dengan kandungan lemak rendah, protein berkualitas tinggi, kaya akan serat makanan dan mengandung *nutraceuticals*, sehingga potensial untuk formulasi makanan fungsional rendah kalori. Jamur juga memiliki struktur berserat yang dapat meniru tekstur daging serta memiliki citarasa unik gurih *umami*⁷, serta dapat memperbaiki nilai gizi, sifat sensoris dan tekstur⁸. Komponen penting dalam jamur yang berperan dalam memperbaiki karakteristik daging tiruan adalah serat. Di antara berbagai jenis jamur kandungan serat makanan tertinggi yaitu 137,2 g/kg, ditemukan pada *Flamulina velutipes* (jamur enoki)⁹. Komponen serat tak larut dari jamur *Pleurotus eryngii* (Jamur tiram raja) berpotensi sebagai agensia hipolipidemic, menurunkan metabolisme lipid yang tidak normal, mengurangi inflamasi serta memperbaiki mikrobiota usus, yang secara keseluruhan berperan dalam penanggulangan obesitas¹⁰.

Untuk meningkatkan mutu karakteristik sensoris dan kesegaran daging tiruan, beberapa jenis minyak nabati dapat ditambahkan dalam formulasi¹¹, dimana minyak jeruk menunjukkan potensi paling baik dalam memperbaiki aroma dan kesegaran (*succulence*) daging tiruan. Penambahan minyak nabati pada formula daging tiruan terbukti dapat mempertahankan sifat fisikokimia dan daya simpan daging analog pada penyimpanan beku⁵. Dalam penelitian ini formulasi daging tiruan berbasis kedelai-glukomanan akan ditingkatkan mutunya dengan menggunakan jamur dan minyak nabati dalam

formulasinya. Dua jenis jamur (enoki dan tiram raja) serta 2 jenis minyak nabati (minyak jagung dan minyak jeruk) akan diaplikasikan dalam formula daging tiruan, serta diamati pengaruhnya pada karakteristik fisikokimia, sensoris dan indeks kekenyanganannya.

METODE

Desain, Waktu dan Tempat.

Penelitian eksperimental dilaksanakan dengan rancangan acak lengkap (RAL) faktor tunggal dengan 1 kontrol dan 4 perlakuan. Kontrol berupa daging tiruan dari formulasi terpilih pada penelitian sebelumnya (Purnawijayanti, dkk 2024), dengan penambahan jamur tiram (*Pleurotus ostreatus*). Empat perlakuan berupa daging tiruan dengan kombinasi 2 jenis jamur yakni enoki (*Flamulina velutipes*) dan tiram raja (*Pleurotus eryngii*) serta 2 jenis minyak (jeruk dan jagung). Penelitian dilaksanakan pada Juni sampai September 2024. Pembuatan daging tiruan dan pengujian sensoris dan indeks kekenyangan dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Pangan, STIKes Panti Rapih Yogyakarta, pengujian tekstur, warna serta water/oil holding capacity dilakukan di Laboratorium Rekayasa Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gadjah Mada.

Bahan Penelitian

Bahan penelitian utama berupa isolat protein kedelai (Para Agro) dan Konjac glucomannan (d3lynfood). Bahan tambahan berupa air, wheat gluten (Ric and Bris Fine Food Products) dan bubuk kaldu (Indofood) digunakan dalam jumlah yang sama pada semua perlakuan. Minyak jagung (Mazola Oil), minyak jeruk (PT. Dwilab Mandiri Scientific, Bandung) ditambahkan sebanyak 10% dalam formula menurut penelitian sebelumnya¹¹. Jamur tiram (pada formula kontrol), jamur enoki dan jamur tiram raja diperoleh dari supermarket setempat (Hypermart). Pada gambar 1 ditampilkan alat dan bahan yang digunakan dalam pembuatan daging tiruan.



Gambar 1. Alat dan bahan pembuatan daging tiruan

Pembuatan Daging Tiruan

Formulasi daging tiruan mengacu pada penelitian Dinani, dkk yakni dengan kadar air kurang lebih 60% dan padatan 40%¹², yang telah dimodifikasi⁶. Perlakuan yang diterapkan adalah kombinasi jenis minyak dan jamur dalam formulasi daging tiruan, yakni Jamur tiram raja-minyak jeruk (MA_1), tiram raja-minyak jagung (MA_2), enoki-minyak jeruk (MA_3) dan enoki-minyak jagung (MA_4). Formula daging tiruan dengan jamur tiram tanpa

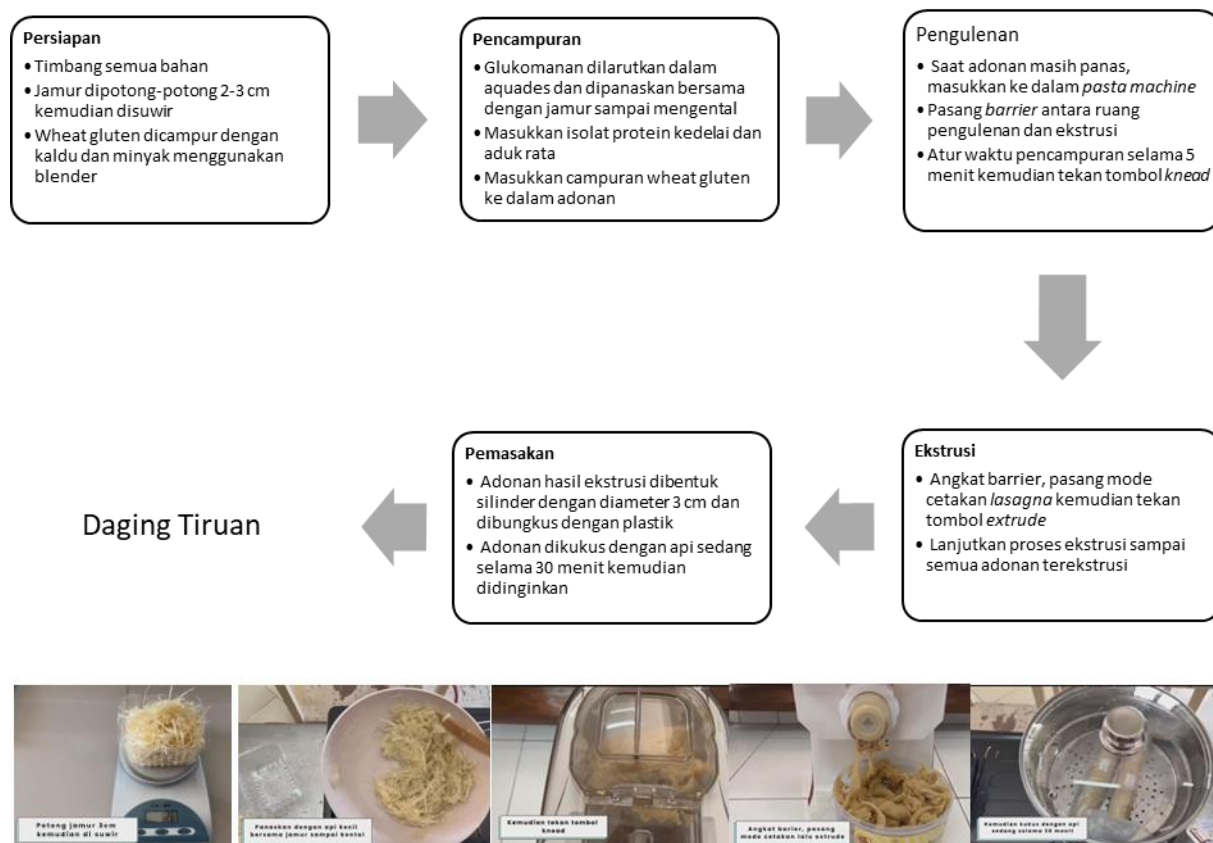
penambahan minyak digunakan sebagai kontrol (MA-K). Formula kontrol adalah formula terpilih dari penelitian sebelumnya (Purnawijayanti dkk., 2024). Percobaan diulang sebanyak 3 kali. Peralatan utama yang digunakan adalah blender, *electric pasta machine* (Wiratech Noodle Maker NOD-888) dan peralatan memasak serta peralatan pengujian tekstur TA1 Texture Analyzer (Lloyd-Instruments-AMETEX dan Chromameter Konica Minolta CR-400).

Tabel 1. Formulasi daging tiruan dengan kombinasi jenis jamur dan minyak yang berbeda

Bahan	Perlakuan				
	MA-K Kontrol	MA_1 Tiram Raja-M. Jeruk	MA_2 Tiram Raja-M. Jagung	MA_3 Enoki-M.Jeruk	MA_4 Enoki-M. Jagung
Isolat Protein Kedelai (g)	108	108	108	108	108
Glukomanan (g)	12	12	12	12	12
Wheat Gluten (g)	40	40	40	40	40
Jamur Tiram (g)	100	-	-	-	-
Jamur Tiram Raja (g)	-	100	100	-	-
Jamur Enoki (g)	-	-	-	100	100
Aquades (ml)	150	150	150	150	150
Kaldu sapi (g)	4	4	4	4	4
Minyak Jeruk (ml)	-	16	-	16	-
Minyak Jagung (ml)	-	-	16	-	16

Prosedur pembuatan daging tiruan meliputi persiapan, pencampuran, pemasakan dan ekstrusi di dalam *pasta machine*, pencetakan dan pengukusan, mengikuti prosedur dari penelitian sebelumnya⁶. Minyak

ditambahkan bersamaan jamur yang telah dipotong/disuwir. Prosedur pembuatan ditampilkan pada gambar 2.

**Gambar 2.** Diagram alir pembuatan daging tiruan

Ethical Clearance

Keterangan kelaikan etik penelitian diperoleh melalui surat nomor 095.3/FIKES/PL/VII/2024, tanggal 25 Juli 2024 yang diterbitkan oleh Komisi Etik Penelitian Kesehatan Universitas Respati Yogyakarta.

Pengujian Sifat Fisik

Pengujian sifat fisik daging tiruan dilaksanakan di *Public Service* Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta. Pengujian dilaksanakan oleh

teknisi/laboran Lab Rekayasa Pangan, dengan menggunakan prosedur standar untuk alat Texture Profile Analyzer, metode analisis water/oil holding capacity dan alat Chromameter sebagai berikut:

1. Analisis Tekstur

Analisis profil tekstur (TPA) dilakukan dengan TA1 Texture Analyzer (Lloyd-Instruments-AMETEX). Sampel daging tiruan dipotong dari bagian tengah (10 × 10 × 10 mm). Selanjutnya disiapkan probe bentuk silinder serta kondisi pengujian dikalibrasi terlebih

dahulu. Tiga pengujian ulang dilakukan untuk setiap sampel. Nilai *hardness*, *gumminess*, *chewiness*, *springiness*, *resilience* dan *cohesiveness* diperoleh secara otomatis.

2. Water/Oil Holding Capacity (WHC dan OHC)

Pengujian kapasitas pengikatan air dan minyak daging tiruan dilakukan menurut metode yang dikembangkan Chau dan Huang¹³ sebagai berikut:

- Ditimbang sampel sebanyak 1 gram (a)
- Sampel divortex dalam 10 ml air suling (untuk WHC) atau 10 ml minyak jagung (untuk OHC) pada suhu 25°C selama 1 menit.
- Sampel disentrifugasi pada 2200xg selama 30 menit
- Sedimen basah ditimbang (b)
- Kapasitas pengikatan air/minyak dihitung dengan rumus:

$$WHC \text{ atau } OHC = \frac{b - a}{a} \times 100\%$$

- Pengukuran warna (komponen nilai warna meliputi nilai L^* (kecerahan), a^* (kemerahan) dan b^* (kekuningan)) pada permukaan sampel dilakukan dengan menggunakan kolorimeter (Konica Minolta inc., Chroma meter CR-400, Jepang). Nilai L^* , a^* dan b^* selanjutnya digunakan untuk menghitung indeks kecoklatan (Browning Index - BI) setiap sampel daging tiruan untuk mengamati perubahan warna dengan adanya penambahan jamur dan minyak nabati. Nilai BI ditentukan dengan rumus berikut¹²:

$$BI = \frac{100}{0.17} \times [(a^* + 1.75L^*) / (5.645L^* + a^* - 3.012b^*) - 0.31]$$

Pengujian Sensoris

Pengujian sensoris melibatkan 30 panelis mahasiswa Prodi Sarjana Gizi STIKes Panti Rapih Yogyakarta. Panelis yang dilibatkan harus memenuhi kriteria inklusi yakni bersedia menjadi responden, tidak alergi terhadap bahan dari formula daging tiruan, berbadan sehat dan tidak mengalami gangguan kesehatan pada fungsi panca indera. Penjaringan responden dilakukan dengan google form. Panelis yang pada saat pengujian mengalami gangguan kesehatan sehingga mengganggu fungsi panca indera, dieksklusikan dari pengujian. Pengujian sensoris dilakukan dengan metode uji perbedaan dan uji kesukaan, dengan cara memberi nilai/skor pada sampel (*Scoring difference and preference test*). Panelis diminta untuk memberikan penilaian berdasarkan perbedaan karakteristik tekstur dan *aftertaste*, serta penilaian berdasarkan kesukaan terhadap kenampakan, aroma, citarasa, dan kesukaan keseluruhan terhadap sampel daging tiruan. Skor penilaian pada kisaran 1-5, dengan skor kenampakan dari

1 (sangat tidak menarik) sampai 5 (sangat menarik); skor aroma 1 (sangat tidak sedap) sampai 5 (sangat sedap); skor citarasa 1 (sangat tidak enak) sampai 5 (sangat enak); skor tekstur (sangat tidak menyerupai daging) sampai 5 (sangat menyerupai daging), skor *aftertaste* 1 (sangat kuat) sampai 5 (sangat samar) dan skor kesukaan keseluruhan 1 (sangat tidak suka) sampai 5 (sangat suka). Sebelum dilakukan pengujian, diberikan penjelasan kepada panelis untuk penyamaan persepsi cara pemberian penilaian.

Pengujian Indeks Kekenyanan

Pengujian indeks kekenyanan melibatkan responden *overweight/obese* sebanyak 30 orang. Sebelum pengujian dilakukan pengukuran antropometri dan komposisi tubuh responden meliputi air tubuh total, massa lemak, massa otot, persen massa tubuh, laju metabolisme dasar, rasio pinggang-pinggul dan derajat obesitas. Responden melaksanakan pengujian 2 kali, yakni mengkonsumsi roti tawar putih pada pengujian pertama dan olahan daging tiruan pada pengujian kedua. Porsi saji daging tiruan dan roti tawar mengandung kalori dalam jumlah sama sebanyak 240 Kalori. Panelis puasa selama minimal 8 jam/semalam, dan pengujian dilakukan pagi hari. Panelis memberikan skor kekenyanan menggunakan skala kekenyanan yang telah disiapkan sebelum mengkonsumsi sampel, sesaat setelah selesai mengkonsumsi sampel dan setiap 30 menit setelahnya sampai menit ke 180. Data yang diperoleh kemudian diplotkan dalam grafik untuk menentukan indeks kekenyangan, dengan menghitung luas area di bawah kurva¹⁹. Skala skor kekenyanan 1-10 menggunakan skala yang dikembangkan oleh University Health Services, University of California, Berkeley, sebagai berikut:

- Kelaparan, tidak bertenaga, sangat lemah
- Sangat lapar, energi rendah, lemah dan pusing
- Lapar yang tidak nyaman, tidak fokus, mudah tersinggung
- Lapar, perut keroncongan
- Mulai merasa lapar
- Puas, tetapi masih bisa makan sedikit lagi
- Kenyang tetapi tidak merasa tidak nyaman
- Terlalu kenyang, agak tidak nyaman
- Kekenyanan, sangat tidak nyaman
- Sangat kekenyanan, mual

Pengolahan dan Analisis Data

Pengolahan data dilakukan menggunakan Microsoft Excel, sedangkan analisis data dilakukan menggunakan software statistik SPSS. Data dianalisis dengan Analisis Varian dilanjutkan pengujian *post hoc* Duncan Multiple Range Test.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Profil Tekstur

Tabel 2. Profil tekstur daging tiruan dengan berbagai variasi formulasi jamur dan minyak

Sampel	Hardness Bite (N)	Cohesiveness	Resilience	Springiness	Guminess (N)	Chewiness (N)
MA_K	67,63 ± 7,17b	0,42 ± 0,034ab	0,38 ± 0,031a	0,799 ± 0,024a	29,48 ± 4,88c	24,08 ± 4,45c
MA_1	50,78 ± 2,87a	0,36 ± 0,013a	0,40 ± 0,029a	0,795 ± 0,009a	18,16 ± 1,15a	14,44 ± 0,91a
MA_2	48,09 ± 4,85a	0,38 ± 0,026ab	0,35 ± 0,027a	0,789 ± 0,016a	18,84 ± 2,74ab	15,07 ± 2,39ab
MA_3	52,67 ± 4,83a	0,44 ± 0,019b	0,40 ± 0,015a	0,818 ± 0,01a	23,41 ± 2,92abc	19,26 ± 2,55abc

MA_4	62,51 ± 2,12b	0,44 ± 0,021b	0,42 ± 0,020a	0,818 ± 0,008a	27,83 ± 1,71bc	22,80 ± 1,49bc
p-value	0,032	0,084	0,41	0,501	0,039	0,050

N = Newton

Angka pada kolom yang sama diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan nyata pada $\alpha \leq 0,05$

Penggunaan jamur enoki dan tiram raja serta minyak jeruk dan jagung dalam formula daging tiruan berpengaruh terhadap parameter tekstur meliputi *hardness*, *gumminess*, dan *chewiness*, namun tidak berpengaruh terhadap *cohesiveness*, *resilience* dan *springiness*. *Hardness* berhubungan dengan gaya maksimum yang dibutuhkan untuk memampatkan daging tiruan dan didefinisikan sebagai gaya yang dibutuhkan untuk memampatkan sampel menggunakan gigi. *Hardness* dihitung sebagai gaya maksimum dari kompresi pertama. *Cohesiveness* menunjukkan kekuatan jaringan yang terbentuk dan didefinisikan sebagai kuantitas sampel yang berdiri bersama selama mengunyah¹⁴. *Cohesiveness* dinyatakan sebagai area kerja selama kompresi kedua dibagi dengan area kerja selama kompresi pertama. *Resilience* adalah seberapa kuat dan cepat pemulihan dan dihitung dengan membagi energi *upstroke* dari kompresi pertama dengan energi *downstroke* dari kompresi pertama. *Springiness* menggambarkan pemulihan daging tiruan setelah deformasi dan mendefinisikan sejauh mana sampel pulih setelah kompresi kedua ke ketinggian awalnya. *Springiness* dinyatakan sebagai rasio antara tinggi sampel pada awal kompresi kedua dan tinggi sampel pada awal

kompresi pertama. *Gumminess* adalah karakteristik tekstur mekanis yang terkait dengan kohesivitas produk yang empuk. Hal ini terkait dengan upaya yang diperlukan untuk menghancurkan produk di mulut hingga menjadi bentuk yang siap ditelan dan didefinisikan sebagai hasil kali *hardness* dengan *cohesiveness*. *Chewiness* merupakan energi yang dibutuhkan untuk mengunyah daging tiruan dan didefinisikan sebagai gaya yang dibutuhkan untuk mengunyah sampel sebelum ditelan. *Cohesiveness* ditentukan dengan mengalikan *gumminess* dengan *springiness*¹⁵. Nilai *hardness*, *gumminess* dan *chewiness* keempat sampel perlakuan cenderung turun dibandingkan kontrol, dengan nilai *hardness* sampel dengan jamur enoki dan minyak jagung tidak berbeda dengan kontrol. Penurunan skor parameter tekstur juga sejalan dengan penelitian Cho (2023)¹¹. Penurunan skor *hardness*, *gumminess* dan *chewiness* kemungkinan disebabkan karena pengaruh minyak yang berperan sebagai shortening yang menghambat hidrasi protein saat koagulasi serta hidrasi hidrokoloid yang menghambat pembentukan gel.

Kapasitas Pengikatan Air dan Minyak

Tabel 3. WHC dan OHC Daging Tiruan

Parameter (%)	Sampel Daging Tiruan					p-value
	MA_K	MA_1	MA_2	MA_3	MA_4	
Water Holding Capacity	54,28 ± 1,23c	54,81 ± 0,89c	51,42 ± 0,89c	32,72 ± 2,09a	39,28 ± 0,17b	0,00
Oil Holding Capacity	18,37 ± 0,71c	12,90 ± 0,33a	14,58 ± 0,37b	14,84 ± 0,14b	15,16 ± 0,60b	0,00

Angka pada baris yang sama diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan nyata pada $\alpha \leq 0,05$

Penggunaan jamur dan minyak nabati dalam formula daging tiruan berpengaruh pada kapasitas pengikatan air maupun minyak. Semua kombinasi jamur enoki dan jamur tiram raja dengan minyak jeruk dan minyak jagung cenderung menyebabkan penurunan WHC maupun OHC. WHC daging tiruan dengan penambahan jamur tiram raja tidak berbeda nyata dengan kontrol. OHC semua sampel lebih rendah dan berbeda nyata dengan kontrol. Kapasitas menahan air (WHC) suatu bahan menunjukkan sifat hidrasinya dan menunjukkan jumlah air yang dapat diserap pada tingkat makromolekul. WHC diketahui berperan penting dalam pengembangan tekstur makanan, dan kadar WHC yang lebih tinggi menghasilkan lebih sedikit kehilangan saat memasak, yang menunjukkan WHC sebagai indeks kualitas untuk daging tiruan. Karena daging mentah segar dianggap sebagai makanan dengan kadar air tinggi, daging tiruan harus mengandung WHC yang lebih tinggi untuk meniru tekstur, *succulence* (*juiciness*), dan kekenyalan daging asli¹⁶. Kapasitas menahan air (WHC)

dan kapasitas menahan minyak (OHC) didefinisikan sebagai kemampuan menahan air atau minyak selama penerapan gaya dan terkait dengan kesegaran dan kelembutan daging. Protein merupakan penyusun utama daging tiruan, oleh karena itu protein menentukan sifat-sifat ini. Air mengikat gugus hidrofilik rantai samping protein melalui ikatan hidrogen, sementara minyak mengikat rantai samping nonpolar. Dengan demikian, WHC dan OHC bergantung pada komposisi asam amino dan konformasi protein¹⁵. Secara teori, kapasitas pengikatan air juga akan meningkat dengan penambahan hidrokoloid¹⁷. Jamur tiram raja mengandung serat tak larut tinggi yang tersusun atas selulosa, hemiselulosa, lignin dan chitin¹⁰. Komponen penyusun serat tersebut mengandung banyak gugus hidroksil (-OH) yang merupakan gugus hidrofilik yang dapat meningkatkan penyerapan air dan meningkatkan WHC.

Profil Warna

Tabel 4. Profil warna daging tiruan

Sampel	L*	a*	b*	Browning Index
MA_K	58,52 ± 1,19a	5,49 ± 0,41a	16,53 ± 0,81a	39,77 ± 1,92a
MA_1	60,09 ± 1,49ab	4,59 ± 0,38b	16,92 ± 1,37a	38,31 ± 2,56a
MA_2	61,06 ± 1,13ab	4,40 ± 0,07b	17,29 ± 0,09a	38,25 ± 0,86a

MA_3	61,31 ± 1,19b	4,78 ± 0,09b	18,35 ± 0,86b	40,89 ± 0,33a
MA_4	62,58 ± 0,27b	5,55 ± 0,14a	18,26 ± 0,59b	40,67 ± 1,65a
p-value	0,042	0,001	0,093	0,221

Nilai L* nilai kecerahan (– hitam, + putih), a* nilai kemerahan (– hijau, + merah), dan b* nilai kekuningan (– biru, + kuning). Angka pada kolom sama diikuti huruf yang sama, menunjukkan tidak berbeda nyata pada $\alpha \leq 0,05$

Pada tabel 4 ditunjukkan semua skor warna daging tiruan adalah positif (+) dengan demikian unsur warna daging analog adalah putih, merah dan kuning. Penambahan jamur enoki atau tiram raja serta minyak jagung atau minyak jeruk berpengaruh pada nilai L* dan a*, namun tidak berpengaruh pada nilai b* dan indeks pencoklatan (*Browning index*-BI). BI terutama dipengaruhi oleh reaksi Maillard yang terjadi antara gugus karbonil pada ujung reduksi polisakarida dan gugus

amino protein¹². Formula daging tiruan dalam penelitian ini semuanya mengandung gugus amino protein yang berasal dari isolat protein kedelai, gluten gandum maupun jamur, sedangkan gugus karbonil polisakarida berasal dari glukomanan maupun dari jamur. Minyak nabati tidak berperan dalam reaksi Maillard.

Karakteristik Sensoris

Tabel 5. Karakteristik Sensoris daging tiruan dengan berbagai variasi formulasi jamur dan minyak

Perlakuan	Kenampakan	Aroma	Citarasa	Tekstur	Aftertaste	Kesukaan
MA_K	4,10 ± 0,19a	3,23 ± 0,10a	3,13 ± 0,16a	3,10 ± 0,18a	3,60 ± 0,16a	3,03 ± 0,16a
MA_1	3,70 ± 0,15a	3,30 ± 0,17a	3,07 ± 0,19a	3,23 ± 0,17a	3,13 ± 0,22a	2,70 ± 0,23a
MA_2	3,67 ± 0,15a	3,30 ± 0,12a	3,10 ± 0,12a	3,10 ± 0,14a	3,37 ± 0,14a	3,03 ± 0,15a
MA_3	3,87 ± 0,16a	3,83 ± 0,14b	3,23 ± 0,18a	3,63 ± 0,18a	3,20 ± 0,20a	3,03 ± 0,21a
MA_4	4,03 ± 0,16a	3,60 ± 0,15ab	3,30 ± 0,16a	3,43 ± 0,19a	3,60 ± 0,22a	3,07 ± 0,18a
p-value	0,228	0,011	0,840	0,133	0,293	0,608

Angka pada kolom yang sama diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan nyata pada $\alpha \leq 0,05$

Skor kenampakan: (1) sangat tidak menarik, (2) tidak menarik (3) agak menarik (4) menarik (5) sangat menarik

Skor aroma: (1) sangat tidak sedap, (2) tidak sedap (3) agak sedap (4) sedap (5) sangat sedap

Skor citarasa: (1) sangat tidak enak, (2) tidak enak (3) agak enak (4) enak (5) sangat enak

Skor tekstur: (1) sangat tidak menyerupai daging, (2) tidak menyerupai daging (3) agak menyerupai daging (4) menyerupai daging (5) sangat menyerupai daging

Skor aftertaste: (1) sangat kuat, (2) kuat (3) agak kuat (4) tidak kuat (5) sangat tidak kuat

Skor kesukaan: (1) sangat tidak suka, (2) tidak suka (3) agak suka (4) suka (5) sangat suka

Penggunaan jamur enoki dan tiram raja bersama minyak jeruk dan jagung hanya berpengaruh pada aroma daging tiruan, namun tidak berpengaruh terhadap kenampakan, citarasa, tekstur, aftertaste dan kesukaan keseluruhannya. Kenampakan daging tiruan dengan penambahan jamur enoki dan minyak jagung (MA-4) memiliki skor menarik seperti halnya kontrol. Skor kenampakan sampel lainnya antara agak menarik (3)

sampai menarik (4). Kenampakan semua sampel daging tiruan dapat dilihat pada gambar 3. Hasil ini selaras dengan hasil pengujian indeks pencoklatan (*Browning index*) yang juga tidak terdapat pengaruh penggunaan jamur enoki dan tiram raja bersama minyak jeruk dan jagung pada formula daging tiruan terhadap indeks pencoklatan.



Gambar 3. Kenampakan daging tiruan dengan berbagai variasi formulasi jamur dan minyak

Skor aroma daging tiruan dengan penggunaan jamur dan minyak cenderung meningkat. Peningkatan skor secara signifikan terjadi pada sampel dengan penggunaan jamur enoki, baik yang dikombinasikan dengan minyak jeruk maupun minyak jagung. Semua sampel memiliki aroma antara agak sedap dan sedap (skor antara 3-4), dengan skor 3,6-3,83 pada sampel dengan penambahan jamur enoki dibandingkan sampel

kontrol dan sampel dengan penambahan jamur tiram raja dengan skor antara 3,23 – 3,30. Jamur enoki (*Flamulina velutipes*) mengandung senyawa aroma utama berupa heksanal⁹. Heksanal adalah aldehida C-6, molekul beraroma hijau yang menjadi ciri khas citarasa buah, sayur, dan daun hijau. Heksanal merupakan produk bernilai tinggi yang banyak digunakan oleh industri aroma¹⁸. Skor citarasa daging tiruan kontrol dan sampel

dengan penggunaan jamur dan minyak pada kategori agak enak (skor 3,07 – 3,30). Skor tekstur kontrol dan sampel daging tiruan agak menyerupai daging, dengan skor tekstur sampel dengan penambahan jamur enoki cenderung meningkat mendekati menyerupai daging (3,43-3,63) dibandingkan sampel lain dan kontrol yang skor teksturnya antara 3,10 – 3,23. Skor *aftertaste* cenderung turun dengan penggunaan jamur dan minyak dengan *aftertaste* agak kuat (skor 3,13 – 3,37), kecuali sampel dengan penggunaan jamur enoki dan minyak

jagung yang skor *aftertaste* nya sama dengan kontrol (3,60 – antara agak kuat dan samar). Tidak ada perbedaan kesukaan keseluruhan panelis terhadap sampel daging tiruan, dengan kategori agak suka (skor 3), dengan skor terkecil pada sampel dengan penambahan jamur tiram raja dan minyak jeruk (skor 2,7 antara tidak suka dan agak suka).

Indeks Kekenyanan

Tabel 4. Karakteristik responden uji indeks kekenyanan

Karakteristik	Nilai*
Usia (tahun)	30,38 ± 12,20
Berat Badan (kg)	78,22 ± 10,18
Tinggi Badan (cm)	159,11 ± 6,86
Indeks Massa Tubuh (kg/m ²)	30,69 ± 2,80
Persen Lemak Tubuh (%)	43,82 ± 6,46
Massa lemak (kg)	34,24 ± 6,58
Massa Otot skeletal (kg)	24,18 ± 4,85
Total air tubuh (kg)	32,26 ± 5,76
Laju metabolisme dasar (Kilo kalori)	1319,86 ± 170,18
Rasio pinggang-pinggul	0,94 ± 0,03
Derajat Obesitas (%)	144,76 ± 13,53

*Rata-rata dari 30 responden

Responden adalah mahasiswa dan karyawan Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Panti Rapih Yogyakarta sebanyak 30 orang dengan rentang usia antara 19-56 tahun. Dari 30 responden, 14 dalam kategori *overweights* (indeks masa tubuh/IMT 25 -29,9 kg/m²)

dan 16 kategori *obese* (IMT ≥ 30 kg/m²). Semua responden memiliki rasio pinggang:pinggul ≥ 0,90. Derajat obesitas responden bervariasi mulai 126 sampai 169%, dengan rata-rata 144,76%. Derajat obesitas normal ada pada kisaran 90-110%.



Gambar 4. Grafik Skor kekenyanan responden terhadap waktu sebelum dan setelah konsumsi (menit)

Pada pengujian indeks kekenyanan digunakan sampel MA-4, yakni daging tiruan dengan penambahan jamur enoki dan minyak jagung. Pemilihan sampel didasarkan pada hasil pengujian sensoris dimana sampel MA-4 memiliki skor karakteristik sensoris yang relatif lebih baik dari sampel lainnya. Hasil pengujian nilai kalori dengan metode *bomb calorimeter* menunjukkan bahwa dalam 100gram sampel daging tiruan formula MA-4 memiliki kalori sebesar 249,07 Kalori. Indeks kekenyanan ditentukan dengan membandingkan luas area di bawah kurva sampel dan luas area di bawah kurva makanan standar (roti tawar). Indeks kekenyanan dinyatakan dalam persen. Hasil pengujian menunjukkan luas area di bawah kurva daging tiruan sebesar 48,35 dan di bawah kurva roti tawar sebesar 43,78. Dengan demikian indeks kekenyanan daging tiruan formula MA_4 sebesar 110,4%. Indeks kekenyanan lebih dari 100% menunjukkan bahwa daging tiruan memberikan

sensasi kekenyanan lebih lama dibandingkan kontrol/roti tawar. Makanan dengan indeks kekenyanan tinggi dapat menekan rasa lapar sehingga bermanfaat dalam penanganan obesitas¹⁹. Makanan yang menghasilkan sensasi kenyang yang kuat memiliki manfaat yang jelas untuk manajemen pengendalian berat badan. Indeks kekenyanan makanan bergantung pada jumlah protein, karbohidrat, lemak, dan serat yang dikandungnya²⁰.

Kelebihan penelitian ini adalah dapat dihasilkan produk daging tiruan yang dengan karakteristik tekstur dan mutu organoleptik sensoris yang lebih baik serta memiliki indeks kekenyanan lebih dari 100% sehingga dapat diaplikasikan untuk intervensi obesitas. Kelemahan penelitian adalah belum dilakukannya pengujian komposisi gizi, sehingga belum dapat dianalisis komponen gizi apa saja yang berperan dalam menentukan indeks kekenyanan daging tiruan. Perlu

dilakukan penelitian lebih lanjut untuk menguji produk daging tiruan secara in vivo untuk mengetahui efektivitasnya pada perbaikan parameter intervensi obesitas.

KESIMPULAN

Jamur tiram raja dan jamur enoki serta minyak jagung dan minyak jeruk dapat digunakan dalam formulasi daging tiruan berbasis kedelai dan glukomanan. Penggunaan jamur dan minyak nabati pada formulasi berpengaruh terhadap karakteristik tekstur *hardness*, *gumminess*, karakteristik organoleptik aroma serta kapasitas pengikatan air dan minyak namun tidak berpengaruh pada karakteristik tekstur *cohesiveness*, *resilience* dan *springiness*, karakteristik organoleptik kenampakan, citarasa, tekstur, *aftertaste* dan kesukaan keseluruhan serta indeks kecoklatan. Formula daging tiruan dengan penambahan jamur enokitake dan minyak jagung cenderung meningkat/terbaik mutu organoleptiknya. Indeks kekenyangan daging tiruan dengan penambahan jamur enoki dan minyak jagung sebesar 110,4% menunjukkan bahwa daging tiruan sesuai untuk intervensi obesitas.

ACKNOWLEDGEMENT

Penulis mengucapkan terima kasih kepada STIKES Panti Rapih atas fasilitasi sarana untuk dilaksanakannya penelitian ini.

KONFLIK KEPENTINGAN DAN SUMBER PENDANAAN

Semua penulis tidak memiliki konflik kepentingan terhadap artikel ini. Penelitian ini didanai oleh Kemendikbud RI melalui skema Pendanaan Program Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Tahun Anggaran 2024, dengan nomor kontrak 107/E5/PG.02.00.PL/2024.

KONTRIBUSI PENULIS

HAP: pengembangan ide dan konsep, penanggungjawab kegiatan penelitian, menyusun draft artikel; VIP: formulasi dan pembuatan produk, analisa data; MIE: pengurusan ethical clearance, uji sensoris, dan editing artikel.

REFERENSI

1. 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. *Sustain.* **11**, (2019). <http://dx.doi.org/10.3390/su11123231>
2. Wi, G., Bae, J., Kim, H., Cho, Y. & Choi, M. J. Evaluation of the physicochemical and structural properties and the sensory characteristics of meat analogues prepared with various non-animal based liquid additives. *Foods* **9**, (2020). <http://dx.doi.org/10.3390/foods9040461>
3. Dinali, M. et al. Fibrous Structure in Plant-Based Meat: High-Moisture Extrusion Factors and Sensory Attributes in Production and Storage. *Food Rev. Int.* **00**, 1–29 (2024). <https://doi.org/10.1080/87559129.2024.2309593>

4. Kyriakopoulou, K., Keppler, J., Van Der Goot, A. J. Functionality of Ingredients and Additives in Plant-Based Meat Analogues. *Foods* **10**, (2021). <https://doi.org/10.3390/foods10030600>
5. Cho, Y., Bae, J. & Choi, M. J. Physicochemical Characteristics of Meat Analogs Supplemented with Vegetable Oils. *Foods* **12**, 1–15 (2023). <https://doi.org/10.3390/foods12020312>
6. Purnawijayanti, H. A., Pujiastuti, V. I. & Wijayanti, M. I. E. Physical and Sensory Characteristics of Soybean and Glucomannan Based Meat Analogue for Obesity Intervention. *Amerta Nutr.* **8**, 67–73 (2024). <https://doi.org/10.20473/amnt.v8i1.2024.67-73>
7. Das, A. K. et al. Edible mushrooms as functional ingredients for development of healthier and more sustainable muscle foods: A flexitarian approach. *Molecules* **26**, 1–25 (2021). <https://doi.org/10.3390/molecules26092463>
8. Rangel-Vargas, E. et al. Edible mushrooms as a natural source of food ingredient/additive replacer. *Foods* **10**, 1–19 (2021). <https://doi.org/10.3390/foods10112687>
9. 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>
10. Han, X. et al. Characterization of insoluble dietary fiber from *Pleurotus eryngii* and evaluation of its effects on obesity-preventing or relieving effects via modulation of gut microbiota. *J. Futur. Foods* **3**, 55–66 (2023). <https://doi.org/10.1016/j.jfutfo.2022.09.009>
11. Cho, Y., Bae, J. & Choi, M. J. Physicochemical Characteristics of Meat Analogs Supplemented with Vegetable Oils. *Foods* **12**, 1–15 (2023). <https://doi.org/10.3390/foods12020312>
12. Taghian Dinani, S., Broekema, N. L., Boom, R. & van der Goot, A. J. Investigation potential of hydrocolloids in meat analogue preparation. *Food Hydrocoll.* **135**, 108199 (2023). <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2022.108199>
13. Chau, C., F., Huang, Y. Comparison of the Chemical Composition and Physicochemical Properties of Different Fibers Prepared from the Peel of *Citrus sinensis* L. Cv. *Liucheng*. *J. Agric. Food Chem.* **51**, (2003). <https://doi.org/10.1021/jf025919b>
14. De Angelis, D., Kaleda, A., Paqualone, A. Physicochemical and Sensorial Evaluation of Meat Analogues Produced from dry Fractionated Pea and Oat Protein. *Foods* **9**, 2–15 (2020). <http://dx.doi.org/10.3390/foods9121754>
15. Kaleda, A. et al. Physicochemical, textural, and sensorial properties of fibrous meat analogs from oat-pea protein blends extruded at different moistures, temperatures, and screw speeds.

- Futur. Foods* **4**, 100092 (2021).
<https://doi.org/10.1016/j.fufo.2021.100092>
16. Ketnawa, S., Rawdkuen, S. Properties of Texturized Vegetable Proteins from Edible Mushrooms by Using Single-Screw Extruder. *Foods* **12**, (2023).
<https://doi.org/10.3390/foods12061269>
17. Herawati., Widiarso, B., P. Penjaminan Mutu Bahan Pangan Asal Hewan. (Media Nusa Creative, 2021).
18. Ledesma-Amaro, R. & Nicaud, J. M. *Yarrowia lipolytica* as a biotechnological chassis to produce usual and unusual fatty acids. *Prog. Lipid Res.* **61**, 40–50 (2016).
<http://dx.doi.org/10.1016/j.plipres.2015.12.001>
19. Magdalena Skotnicka, Aleksandra Mazurek, Kaja Karwowska and Marcin Folwarski. Satiety of Edible Insect-Based Food Products as a Component of Body Weight Control. *Nutrients* **14**: 21-47, (2022).
<https://doi.org/10.3390/nu14102147>
20. Lucy Chambers, Keri McCrickerd and Martin R. Yeomans. Optimising foods for satiety. *Trends in Food Science and Technology* **41**: 149-160, (2015).
<http://dx.doi.org/10.1016/j.tifs.2014.10.007>