



Pengaruh Penambahan Tepung Jamur Tiram dan Tepung Jamur Kancing pada Daging Analog Berbasis Tepung Porang

Yayon Pamula Mukti*, Jessica Wijaya, Maria Goretti M.P, Johan Sukweenadhi

Fakultas Bioteknologi, Universitas Surabaya, Jl. Raya Kalirungkut, Surabaya 60293, Indonesia

*Corresponding Author: yayon.mukti@staff.ubaya.ac.id

ABSTRACT

*The increase in human population, health awareness, sustainability of animal protein, environmental pollution, as well as economic reasons and certain religious beliefs, have driven innovations in plant-based meat. Gluten, which is usually used as a basic ingredient for making plant-based meat analogs, is starting to be replaced due to its correlation with celiac disease and the high value of wheat imports in Indonesia. Glucomannan in porang flour is known as a local wisdom that provides health benefits and has a high selling value. Substitution of garbanzo beans (*Agaricus bisporus*) flour improved organoleptic quality and iron in making meat analog. Oyster mushrooms (*Pleurotus ostreatus*) and table mushrooms are widely cultivated for commercial purposes and have protein content, fiber, aroma, and distinctive umami taste. Analog meat made from glucomannan flour has a lower protein content and a less pleasant taste when compared to animal meat. This study aims to determine the effect of the addition of oyster mushroom flour and table mushroom flour on protein, iron, and sensory acceptance of porang flour-based analog meat. Protein and iron content increased significantly in the addition of oyster mushroom flour (P2) 200% and table mushroom (P4) 202% compared to the control. The highest organoleptic score, total protein, iron, and dietary fiber content were obtained from the 70%:30% formulation (porang flour: oyster mushroom flour) with values of 2.94, 11.30% dry basis, 0.51 mg/100g, and 5.62%, respectively. This organoleptic value was the highest compared to other formulations and the negative control (K1). The combination of 70:30 porang flour and oyster mushroom flour can increase protein content and maintain the organoleptic quality of analog meat.*

Keywords: fiber, glucomannan, mushroom, plant-based meat, protein

Abstrak

Peningkatan populasi manusia, kesadaran akan kesehatan, keberlanjutan protein hewani, pencemaran lingkungan, serta alasan ekonomi dan keyakinan agama tertentu, telah mendorong inovasi daging berbasis nabati. Gluten yang biasanya digunakan sebagai bahan dasar pembuatan daging analog nabati mulai tergantikan karena korelasinya dengan penyakit *celiac* dan tingginya nilai impor gandum di Indonesia. Glukomanan dalam tepung porang dikenal sebagai kearifan lokal yang memberikan manfaat kesehatan dan memiliki nilai jual yang tinggi. Substitusi tepung kacang arab (*Agaricus bisporus*) meningkatkan kualitas organoleptik dan zat besi dalam pembuatan daging analog. Jamur tiram (*Pleurotus ostreatus*) dan jamur kancing banyak dibudidayakan untuk tujuan komersial dan memiliki kandungan protein, serat, aroma, dan rasa umami yang khas. Daging analog berbahan baku tepung glukomanan memiliki kandungan protein yang lebih rendah dan rasa yang kurang sedap jika dibandingkan dengan daging hewani. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan tepung jamur tiram dan tepung jamur kancing terhadap kadar protein, zat besi, dan penerimaan sensori daging analog berbasis tepung porang. Kandungan protein dan zat besi meningkat signifikan pada penambahan tepung jamur tiram (P2) 200% dan jamur kancing (P4) 202% dibandingkan dengan kontrol. Skor organoleptik, kadar protein total, zat besi, dan serat pangan tertinggi diperoleh dari formulasi 70%:30% (tepung porang : tepung jamur tiram) dengan nilai berturut-turut 2,94, 11,30% basis kering, 0,51 mg/100g, dan 5,62%. Nilai organoleptik ini paling tinggi dibandingkan formulasi lain

maupun kontrol negatif (K1). Kombinasi 70:30 tepung porang dan tepung jamur tiram dapat meningkatkan kandungan protein dan mampu menjaga kualitas organoleptis daging analog.

Kata Kunci: serat, glukomanan, jamur, daging berbasis nabati, protein

PENDAHULUAN

Menurut proyeksi Perserikatan Bangsa-Bangsa (PBB) populasi global diperkirakan akan mencapai 10 miliar pada tahun 2050, dengan permintaan daging global mencapai sekitar 455 juta ton. Ini menunjukkan peningkatan sebesar 76% dibandingkan dengan tahun 2005. Produksi produk hewani yang ekstensif dapat mengakibatkan penipisan sumber daya alam dan kerusakan lingkungan. Industri peternakan membutuhkan sekitar 40% lahan pertanian dan menghasilkan 14,5% emisi gas rumah kaca [1]. Hewan ternak, terutama ruminansia seperti sapi, menghasilkan metana (CH₄) sebagai bagian dari proses pencernaan normal mereka, yang mengarah pada peningkatan emisi gas rumah kaca dan global warming [2]. Peningkatan populasi manusia di seluruh dunia, kesadaran akan keberlanjutan protein hewani, masalah lingkungan, dan pertimbangan kesehatan manusia, akan meningkatkan pasar global daging berbasis protein nabati menjadi USD 7,5 miliar pada tahun 2025. *Meat Analogue* (MA) dikenal sebagai daging veggie yang terbuat dari protein non-hewani, yang meniru kenampakan, rasa, dan tekstur daging merah [3].

Tren saat ini mulai menggantikan gluten karena korelasinya dengan penyakit celiac, meskipun sifat uniknya dalam membentuk jaringan dan menahan gas dan air sulit untuk digantikan. Tepung porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) memiliki nilai ekonomi tinggi, karena mengandung glukomanan yang baik untuk kesehatan dan dapat diolah menjadi berbagai bahan pangan [4]. Pada tahun 2020, ekspor umbi porang dari Indonesia meningkat 20,27 ton. Tepung porang mengandung glukomanan yang memiliki kemampuan untuk menyerap air dan membentuk matriks dengan pati untuk dapat mempertahankan struktur pada produk pangan.

Kacang arab adalah kelompok biji-bijian ketiga yang paling banyak diproduksi di dunia, dengan kandungan zat besi sebesar 3,0-14,3 mg/100 g yang setara dengan jumlah zat besi yang dikonsumsi dalam daging. Penambahan kacang arab 40% dalam tepung porang 6% (b/v) menghasilkan karakteristik sensori terbaik [5], namun mengandung karbohidrat

yang tinggi sehingga diperlukan sumber nabati lain untuk meningkatkan kadar protein daging analog.

Penggunaan jamur memberikan kontribusi yang signifikan untuk mengatasi kekurangan protein di negara berkembang [6]. Jamur juga memiliki kandungan 4-9% serat larut dan 22 – 30% serat tidak larut yang baik untuk kesehatan pencernaan. *Agaricus bisporus* (jamur kancing) dan *Pleurotus ostreatus* (jamur tiram) merupakan jamur pangan yang paling banyak dibudidayakan di seluruh dunia [7].

Saat ini peningkatan kadar protein pada daging analog lebih terfokuskan dengan penambahan isolat protein kedelai maupun bubuk kedelai. Sehingga tidak semua orang dapat mengkonsumsinya karena kandungan alergennya. Berdasarkan pertimbangan tersebut, penambahan jamur tiram dan jamur kancing berpotensi untuk meningkatkan kadar protein dan menjaga karakter organoleptis pada daging analog berbasis tepung porang yang telah dimodifikasi sebelumnya dengan penambahan kacang arab sebagai fortifikasi zat besi. Penelitian ini diharapkan bisa menjadi solusi dalam mengembangkan daging analog berprotein tinggi yang dapat meniru kualitas rasa, struktur, dan penampilan daging hewani yang tidak hanya disukai konsumen, tetapi juga aman dikonsumsi semua kalangan.

METODE PENELITIAN

Maserasi Tepung Porang

Tepung porang kasar (40-120 mesh) dimaserasi dengan blender menggunakan pelarut etanol food grade (Laksana Kahuripan Jaya). Maserasi dilakukan secara bertingkat masing – masing selama 30 menit menggunakan pelarut etanol 40%, 60%, dan 90% dengan rasio tepung:pelarut = 1:8 (g/mL). Kemudian dilakukan penyaringan, residu padat dikeringkan pada oven 60 °C selama 12 jam, sehingga menghasilkan tepung porang rendah oksalat [8].

Pembuatan Tepung Jamur Tiram & Jamur Kancing

Jamur tiram dan jamur kancing dicuci bersih, lalu di-blansing uap selama 3 menit. Kemudian,

dilakukan pengirisan tipis-tipi, pengeringan selama 24 jam dengan suhu 60 °C menggunakan pengering kabinet, penghalusan jamur menggunakan blender kering. Hasil penghalusan diayak menggunakan ayakan 70 mesh [9].

Pembuatan Daging Analog

Bahan baku tepung dan bumbu ditimbang sesuai formulasi Tabel 1. Seluruh bahan dilarutkan, diaduk dalam 85 mL air hangat 45 °C, dan dibiarkan selama 30 menit. $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 10 (%b/v) yang ditambahkan berupa larutan sebanyak 0,5 g yang telah dilarutkan dalam 5 mL air, kemudian adonan diaduk hingga homogen. Adonan dimasukkan dalam cetakan loyang persegi berukuran p x l x t (15 x 15 x 1 cm), dibiarkan selama 30 menit hingga cukup mengeras, lalu dikukus selama 30 menit (100 °C). Daging analog di potong dengan ukuran p x l=1x1 cm.

Uji Kalsium Oksalat

Sampel ditimbang sebanyak 2 g, kemudian ditambahkan 190 mL aquades dan 10 mL HCl 6 M ke dalam erlenmeyer 250 mL. Larutan dipanaskan dengan water bath suhu 100 °C selama 1 jam dan didinginkan. Larutan diencerkan dengan aquades hingga volumenya 250 mL. Larutan disaring dengan kertas saring. Filtrat hasil penyaringan dibagi menjadi 2 (@125 mL) dan dimasukkan kedalam erlenmeyer. Selanjutnya ditambahkan 4 tetes methyl red dan NH_4OH sampai warnanya berubah dari merah muda menjadi kuning (pH 4-4,5). Larutan dipanaskan ke dalam water bath 90 °C. Larutan disaring dan diambil filtratnya. Filtrat hasil penyaringan, dipanaskan kembali dan ditambahkan 10 mL CaCl_2 5%. Larutan diaduk dengan stirrer selama 3 menit. Setelah itu dimasukkan kedalam lemari es dengan suhu 50 °C selama semalam atau 24 jam [10]. Larutan di-centrifuge dengan kecepatan 5000 rpm selama 30 menit atau 8000 rpm selama 10 menit untuk mengendapkan kalsium oksalat. Endapan hasil sentrifugasi ditambahkan dengan 10 mL H_2SO_4 20%, kemudian ditambahkan 300 mL aquades. Larutan diambil sebanyak 125 mL kedalam erlenmeyer, lalu dipanaskan sampai mendidih. Larutan didinginkan dan dititrasi dengan larutan standar KMnO_4 0,05 M hingga terbentuk warna pink yang tidak hilang setelah 30 detik [10].

Uji Kontaminan Mikrobiologis

Perhitungan total bakteri aerob dengan metode ALT (Angka Lempeng Total) menggunakan media

PCA (Plate Count Agar). Pre-enrichment sampel dilakukan dengan cara menimbang 25 g sampel secara aseptis ke dalam kantong plastik steril berisi 225 mL air pepton 0,1 (%b/v) kemudian dihomogenisasi dalam stomacher selama 2 menit. Empat seri konsentrasi pengenceran dibuat dalam air pepton 0,1 (%b/v). Inkubasi sampel selama 48 jam pada suhu 36-37 °C. Perhitungan jumlah mikroba dalam 1 g atau 1 mL sampel dikonversi ke dalam satuan cfu/g dengan mengalikan rata-rata koloni pada cawan petri dengan faktor pengenceran [11].

Uji Organoleptis Hedonik

Uji sensoris yang dilakukan meliputi rasa, aroma, tekstur, dan warna. Panelis dalam penelitian ini berjumlah minimum 42 panelis tidak terlatih dengan kriteria usia 18 sampai 55 tahun. Sampel diberi kode dengan 3 digit nomor yang dipilih secara acak dan tidak berurutan; 806 / 573 / 395 / 614 / 271 / 498. Pengukuran skala hedonik menggunakan 5 skala yaitu (Patinho et al., 2019): 1 = tidak suka; 2 = agak tidak suka; 3 = netral; 4 = kurang suka; 5 = suka.

Uji Proksimat

Uji proksimat meliputi analisa kadar air metode gravimetri, kadar abu metode gravimetri, kadar protein metode kjeldahl [11], kadar karbohidrat by difference [12], kadar lemak metode soxhlet [11], dan uji serat pangan metode gravimetri [13].

Uji Kadar Zat Besi

Sampel setelah pengabuan, dilakukan destruksi dengan larutan 5 mL HNO_3 hingga jernih, lalu diaduk dan dipanaskan hingga pekat kemudian didinginkan dalam waterbath selama 20-45 menit. Sampel yang telah dingin kemudian disaring dan diencerkan dalam labu ukur (10 mL) untuk selanjutnya sampel dideteksi dengan AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometry*) [13].

Analisa Tekstur

Pengujian tekstur menggunakan *Texture Profile Analyzer*. Daging analog dipotong dadu dengan ukuran p x l x t = 2x2x2 cm. Parameter hardness (N) diukur dengan pemberian tekanan 30 N menggunakan probe plastik silinder berukuran 50x20 mm (tinggi x diameter), kecepatan probe sebelum menyentuh sampel 21 mm/s, kecepatan probe setelah menyentuh sampel 5 mm/s, dan kedalaman probe menusuk sampel pada satu kali

tekanan 5 mm. Parameter cohesiveness (mm/mm) diukur dengan pemberian tekanan 30 N menggunakan probe plastik silinder berukuran 50x20 mm (tinggi x diameter), kecepatan probe sebelum menyentuh sampel pertama kali sebesar 21 mm/s, kecepatan probe setelah menyentuh sampel pertama kali sebesar 5 mm/s, dan kedalaman probe menusuk sampel pada tekanan pertama 5 mm. Kecepatan probe sebelum menyentuh sampel pada tekanan kedua sebesar 21 mm/s, kecepatan probe setelah menyentuh sampel pada tekanan kedua sebesar 6,5 mm/s, dan kedalaman probe menusuk sampel pada tekanan kedua 6,5 mm. Nilai chewiness dihitung dalam rumus $Chewiness = hardness \times cohesiveness \times elasticity$ [15].

HASIL PENELITIAN

Kandungan Glukomanan dan Kalsium Oksalat Tepung Porang

Berdasarkan tabel 2, kandungan glukomanan mengalami peningkatan signifikan ($P < 0,05$) setelah maserasi dari 56,66 (%bk) menjadi 62,76 (%bk), sedangkan kadar kalsium oksalat mengalami penurunan signifikan ($P < 0,05$) setelah maserasi yakni dari 9,61 mg/ 100 g menjadi 1,92 mg/100 g. Pada penelitian ini, tepung porang halus (TPH) yang digunakan maksimal sebanyak 5 g untuk membuat per sajian daging analog, sehingga kandungan oksalat yang terkonsumsi sebesar $\leq 0,096$ mg.

Karakteristik Fisik dan Kimia Bahan Baku

Bila dibandingkan dengan tepung terigu sesuai tetapan SNI 3751-2009, seluruh sampel tepung bahan baku telah memenuhi standar kadar air maksimal 14,5%; namun tepung porang belum memenuhi standar protein minimal 7%; serta seluruh sampel belum memenuhi standar kadar abu maksimal 0,7%.

Tepung jamur kancing mengandung air, abu, dan protein yang secara signifikan paling tinggi ($P < 0,05$) dibandingkan seluruh bahan baku. Kandungan protein tepung kacang arab dan tepung jamur tiram tidak berbeda signifikan ($P > 0,05$). Kandungan karbohidrat tertinggi terdapat pada tepung porang yaitu sebesar 91,76%.

Karakteristik Fisik dan Kimia Daging Analog

Kandungan air, abu, dan protein sampel formulasi daging jamur tiram (P2) dan daging jamur kancing (P4) lebih tinggi secara signifikan ($P < 0,05$)

dibandingkan kontrol (K1) daging tanpa jamur. Sebaliknya kandungan karbohidrat pada P2 dan P4 lebih rendah secara signifikan ($P < 0,05$) dibandingkan K1. Kandungan air pada daging analog secara berurutan yakni $K1 < P2 < P4$. Kandungan protein sampel formulasi daging jamur tiram (P2) dan daging jamur kancing (P4) meningkat sebesar 200% dan 202% dibandingkan kontrol (K1) daging tanpa jamur. Kandungan lemak pada daging analog berbasis tepung jamur tiram dan kancing, mengandung lemak yang tidak berbeda signifikan ($P < 0,05$) yakni berkisar antara 0–0,11%.

Penambahan tepung jamur tiram dan tepung jamur kancing menurunkan energi (kalori) daging analog dibandingkan kontrol tanpa jamur. Dalam formulasi P2, penambahan tepung jamur tiram menyumbang 9,75% lemak atau sebesar 0,99 kkal/100 g dari total kandungan energi. Sedangkan tepung jamur kancing tidak menyumbang lemak terhadap total kandungan energi karena kandungan lemak daging analog (P4) tidak terdeteksi (0%).

Kandungan Zat Besi Daging Analog

Daging jamur tiram (P2) mengandung kadar zat besi lebih tinggi ($P < 0,05$) daripada daging jamur kancing (P4) dan kontrol (K1). P2 mengandung 0,51 mg/100 g zat besi, yang berarti bahwa 100 g produk akan memasok sekitar 3,64% RDA (14 mg/hari).

Kandungan Serat Pangan Daging Analog

Daging jamur tiram (P2) menghasilkan peningkatan kadar serat pangan dengan nilai tertinggi yakni 5,62% dibandingkan kontrol 1 (5,40%) dan daging jamur kancing (4,83%). Penambahan 30% tepung jamur kancing tidak cukup meningkatkan kadar serat pangan daging analog, dibandingkan kontrol.

Warna Daging Analog

Kontrol daging analog tanpa jamur (K1) memiliki nilai L^* tertinggi (paling terang) daripada daging analog yang ditambahkan 30% tepung jamur tiram (P2) maupun 30% tepung jamur kancing (P4). Warna L^* pada daging analog secara berurutan sebanding dengan nilai L^* bahan baku tepung yang digunakan yaitu tepung porang $>$ tepung jamur tiram $>$ tepung jamur kancing. Penambahan 30% tepung jamur tiram menghasilkan warna L^* (kecerahan) dan b^* (kekuningan) yang tidak berbeda signifikan ($P > 0,05$) dibandingkan dengan kontrol daging analog komersial (K2).

Profil Tekstur Daging Analog

Penambahan 30% tepung jamur tiram (P2) meningkatkan nilai hardness daging analog dibandingkan dengan K1. Peningkatan hardness pada penambahan 30% tepung jamur tiram juga sebanding dengan kandungan serat pangan (dietary fiber) yang terdapat pada daging analog P2. Penambahan 30% tepung jamur kancing (P4) memberikan tekstur yang paling empuk secara signifikan ($P < 0,05$) dibandingkan dengan K1.

Penambahan 30% tepung jamur kancing (P4) meningkatkan nilai chewiness daging analog secara signifikan ($P < 0,05$) dibandingkan dengan P2, K1, dan K2. Hal ini berarti memerlukan energi yang paling besar untuk mengunyah daging tersebut, sedangkan untuk mengunyah daging tanpa penambahan tepung jamur (K1) dan kontrol daging analog komersial (K2) dibutuhkan energi yang paling kecil.

Karakteristik Sensori Daging Analog

Aroma

Parameter aroma pada formulasi P1 – P4 dan K1 tidak berbeda signifikan ($P > 0,05$), sedangkan K2 berbeda signifikan ($P < 0,05$) dibandingkan seluruh perlakuan. Sampel K1 memiliki aroma paling disukai dibandingkan daging yang mengandung jamur.

Warna

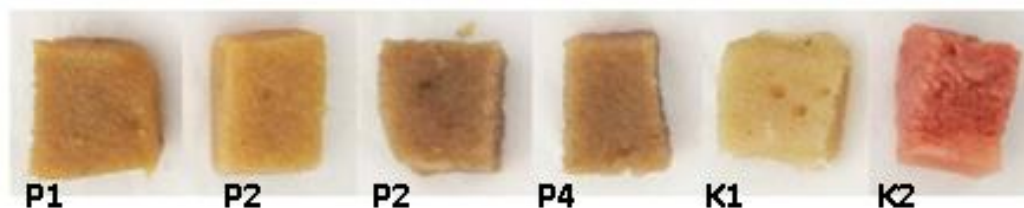
Parameter warna pada formulasi P1 – P4 dan K1 tidak berbeda signifikan ($P > 0,05$), sedangkan K2 berbeda signifikan ($P < 0,05$) diantara seluruh perlakuan.

Rasa

Parameter rasa pada formulasi P1 – P4 dan K1 tidak berbeda signifikan ($P > 0,05$), sedangkan K2 berbeda signifikan ($P < 0,05$) diantara seluruh perlakuan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa K2 (daging analog komersial) memiliki rasa yang paling disukai dengan rentang agak suka menuju suka (4,55). Secara keseluruhan, penerimaan panelis tertinggi terdapat pada P2 dengan nilai kurang suka-netral (2,94). Penerimaan panelis meningkat seiring dengan penurunan konsentrasi tepung jamur yang ditambahkan, meskipun daging jamur tiram (P2) lebih diterima secara keseluruhan dibandingkan kontrol tanpa jamur (K1).

Tekstur

Penambahan tepung jamur tiram dan tepung jamur kancing pada rasio 50% dan 30% memberikan pengaruh yang berbeda signifikan ($P < 0,05$) terhadap tekstur daging analog di setiap formulasi.



Gambar 1. Warna Daging Analog Hasil Formulasi

P1 (50% tepung porang : 50% tepung jamur tiram), P2 (70% tepung porang : 30% tepung jamur tiram), P3 (50% tepung porang : 50% tepung jamur kancing), P4 (70% tepung porang : 30% tepung jamur kancing), K1 (100% tepung porang), K2 (daging analog komersial merk “Everbest”).

Tabel 1. Formulasi Daging Analog

Bahan	P1	P2	P3	P4	K1	K2
TPH (g)	2,5	3,5	2,5	3,5	5	-
TJT (g)	2,5	1,5	-	-	-	-
TJK (g)	-	-	2,5	1,5	-	-
Tepung kacang arab (g)	2	2	2	2	2	-
Bumbu (g)	1	1	1	1	1	-
Air (g)	85	85	85	85	85	-
Ca(OH) ₂ (g)	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	-
Total (g)	93	93	93	93	93	-

TPH = tepung porang, TJT = tepung jamur tiram, TJK = tepung jamur kancing. P1 (50% TPH : 50% TJT), P2 (70% TPH : 30% TJT), P3 (50% TPH : 50% TJK), P4 (70% TPH : 30% TJK), K1 (100% TPH), K2 (daging analog komersial). Larutan Ca(OH)₂ yang ditambahkan 10% (b/v) atau 0,5 g /5 mL air.

Tabel 2. Analisa Proksimat dan Energi Daging Analog

Komposisi Kimia	P2		P4		K	
	%bb	%bk	%bb	%bk	%bb	%bk
Air	90,80± 0,02 ^b		91,09± 0,10 ^b		90,29± 0,24 ^a	
Abu	1,18± 0,01 ^b	12,82± 0,18 ^b	1,16± 0,01 ^b	13,02± 0,01 ^b	1,09± 0,01 ^a	11,23± 0,13 ^a
Lemak	0,11±0	1,20±0	0	0	0,03±0	0,31± 0,01
Protein	1,04± 0,01 ^b	11,30± 0,18 ^b	1,06±0 ^b	11,90± 0,13 ^c	0,52±0 ^a	5,36± 0,13 ^a
Karbohidrat (%by difference)	6,88± 0,05 ^a	74,69± 0,37 ^a	6,69± 0,08 ^a	75,08± 0,12 ^a	8,07± 0,23 ^b	83,11± 0,27 ^b
Energi						
Kalori (kkal/100 g)		10,15		11,68		13,03
Kalori dari lemak (kkal/100 g)		0,99		0,00		0,27

P2 (70% tepung porang: 30% tepung jamur tiram) P4 (70% tepung porang : 30% tepung jamur kancing), K1 (100% tepung porang). Notasi huruf berbeda pada baris yang sama menunjukkan beda nyata signifikan (P<0,05) pada uji lanjut Duncan.

Tabel 3. Evaluasi Sensori Daging Analog

Formulasi	Aroma	Warna	Tekstur	Rasa	Rata-rata Skor Organoleptik
P1	2,46±1,14 ^a	3,26±1,04 ^a	2,60±0,99 ^{bc}	2,36±1,01 ^a	2,67±0,41 ^a
P2	2,62±1,19 ^a	3,26±1,04 ^a	3,31±0,95 ^d	2,57±1,04 ^a	2,94±0,40 ^a
P3	2,33±1,03 ^a	2,81±1,10 ^a	2,10±1,05 ^a	2,05±1,03 ^a	2,32±0,35 ^a
P4	2,45±1,02 ^a	2,83±1,15 ^a	2,21±1,00 ^{ab}	2,02±1,09 ^a	2,38±0,35 ^a
K1	2,93±1,05 ^a	3,12±0,94 ^a	3,00±1,10 ^{cd}	2,55±1,02 ^a	2,90±0,25 ^a
K2	4,36±0,69 ^b	4,26±0,70 ^b	4,31±0,92 ^e	4,55±0,63 ^b	4,37±0,13 ^b

P1 (50% tepung porang: 50% tepung jamur tiram), P2 (70% tepung porang : 30% tepung jamur tiram), P3 (50% tepung porang : 50% tepung jamur kancing), P4 (70% tepung porang : 30% tepung jamur kancing), K1 (100% tepung porang), K2 (daging analog komersial "Everbest"). 1=tidak suka, 2=kurang suka, 3=netral, 4=agak suka, 5=suka. Notasi berbeda pada kolom yang sama menunjukkan beda nyata signifikan (P<0,05) pada uji lanjut Bonferroni.

PEMBAHASAN

Kalsium oksalat pada bahan baku mengalami penurunan yang signifikan setelah perlakuan maserasi, Penurunan kalsium oksalat yang signifikan setelah maserasi bertingkat dengan etanol dan blender disebabkan oleh penurunan komponen pengotor, seperti pati, abu dan kalsium oksalat pada tepung porang kasar. Batas maksimal konsumsi kalsium oksalat pada manusia dewasa adalah 1,25 g/hari selama enam minggu berturut – turut. Pada

penelitian ini, tepung porang halus (TPH) yang digunakan maksimal sebanyak 5 g untuk membuat per sajian daging analog, sehingga kandungan oksalat yang terkonsumsi sebesar ≤0,096 mg, sehingga tergolong aman untuk dikonsumsi.

Hasil pengujian proksimat tepung kacang arab komersial yang digunakan dengan merk yang sama pada penelitian ini telah diuji oleh [5]. Tepung kacang arab berwarna paling cerah (L*), warna kemerahan (a*) paling kecil, namun sebaliknya warna kekuningan (b*) paling besar. Karotenoid tanaman adalah antioksidan/pigmen larut lemak

yang bertanggung jawab atas warna cerah (biasanya merah, kuning dan oranye). Warna jamur tiram dan kancing yang lebih gelap disebabkan karena adanya pigmen melanin [16].

Peningkatan kandungan glukomanan setelah maserasi menyebabkan tingginya kandungan karbohidrat dalam tepung porang. Kadar air dan abu yang terkandung dalam tepung porang memenuhi persyaratan standar dari Kementerian Pertanian Republik Rakyat China yakni masing-masing adalah 10% dan 3% [17]. Sementara itu, WHO menetapkan bahwa kadar air dan abu maksimum tepung porang masing-masing adalah 15% dan 5% [18]. Tepung porang mengandung 0% lemak dan tepung konjak dianggap sebagai bahan rendah kalori [19]. Hasil penelitian tersebut serupa dengan [20], yang mana total lemak pada kacang arab berkisar 3,77 - 7,41%. Kandungan air dalam tepung kacang arab juga serupa dengan [20], yaitu 5,73-12,10% dan abu berkisar 2,47-3,87%.

Peningkatan kandungan protein pada daging jamur tiram (P2) dan daging jamur kancing (P4) jika dibandingkan dengan kontrol (K1) diindikasikan karena kontribusi protein dari tepung jamur tiram dan tepung jamur kancing (18,36%bb dan 35,75%bb). *P. ostreatus* dapat dianggap sebagai sumber protein yang penting; dibandingkan dengan makanan lain [7]. Penelitian ini serupa dengan [3] yakni peningkatan kandungan protein dalam daging analog berbasis jamur tiram, menyebabkan absorpsi air lebih banyak terjadi. Hal ini dimungkinkan karena adanya asam amino hidrofilik pada protein yang dapat membentuk ikatan hydrogen dengan molekul air. Protein juga mengandung situs spesifik di mana molekul air dapat berikatan. Situs-situs ini sering kali terletak di permukaan protein atau di dalam strukturnya. Semakin banyak situs hidrofilik yang dimiliki protein, semakin banyak air yang dapat ditahannya. Namun kandungan protein pada daging analog dengan penambahan tepung jamur ini masih lebih rendah jika dibandingkan dengan kandungan protein pada daging sapi. Daging sapi mengandung kurang lebih 19% protein.

Rendahnya kadar lemak pada daging analog juga dikontribusikan oleh penggunaan tepung jamur tiram dan kancing. Meskipun daging jamur tiram mengandung lemak paling tinggi (0,11%), namun genus *Pleurotus*, dicirikan oleh kandungan rendah lemaknya, dan oleh karena itu, diklasifikasikan sebagai makanan berkalori rendah, dengan sejumlah kecil kolesterol dan lemak, lebih rendah dari 4% [7].

Umumnya, kombinasi serat pangan, pati, dan gula termasuk dalam formulasi produk daging analog dan produk daging olahan [21]. *Pleurotus* sp. memiliki jumlah karbohidrat yang penting (50–60% berat kering); ini terutama terdiri dari gula (oligosakarida, monosakarida, dan disakarida) yang berkorelasi dengan sintesis polisakarida.

Perbedaan antara kandungan zat besi daging analog juga terkait dengan bahan baku yang digunakan, yang mana kandungan zat besi pada bahan baku tepung jamur tiram yang lebih tinggi dibandingkan tepung jamur kancing. Berdasarkan USDA (2022), kandungan zat besi pada jamur kancing sebesar 0,5 mg/100 g, sedangkan jamur tiram mengandung zat besi 12,57 mg/100 g [22].

Daging jamur tiram (P2) menghasilkan peningkatan kadar serat pangan dengan nilai tertinggi yakni 5,62% dibandingkan kontrol 1 (5,40%) dan daging jamur kancing (4,83%). Penelitian ini serupa dengan [23], penggunaan tepung jamur tiram berkontribusi terhadap peningkatan serat pangan daging analog selama persiapan produk. Konsumsi jamur tiram sebagai bagian dari makanan sehari-hari dapat memberikan 25% dari asupan serat makanan yang direkomendasikan [24]. Penambahan 30% tepung jamur kancing tidak cukup meningkatkan kadar serat pangan daging analog, dibandingkan kontrol. Hal ini karena kandungan serat pangan pada tepung porang (glukomanan) yang mendominasi kandungan serat pangan dalam daging analog K1 masih lebih besar dari jamur kancing. Jamur dikategorikan sebagai makanan sehat karena rendah kalori dan lemak, namun kaya akan protein, serat pangan (kitin, hemiselulosa, mannan, dan β -glukan), dan mineral [25].

Penambahan 30% tepung jamur kancing (P4) memberikan tekstur yang paling empuk secara signifikan ($P < 0,05$) dibandingkan dengan K1. Hal ini disebabkan karena kandungan serat pangan daging analog P4 yang lebih rendah daripada K1. Pengurangan kekerasan pada K1 dikaitkan dengan rendahnya kandungan protein tanpa pemberian tepung jamur, yang mempengaruhi emulsi daging. Penerimaan keseluruhan produk daging analog oleh panelis ditentukan oleh perpaduan antara kelembutan daging, juiciness, rasa, dan tekstur yang diinginkan. Parameter TPA hardness (kekerasan) dan chewiness (kekenyalan) menyumbang proporsi yang lebih besar dari kelembutan awal dan kelembutan keseluruhan dalam penelitian ini.

Karakteristik sensori daging analog yang meliputi aroma, rasa, warna, dan tekstur juga sangat dipengaruhi oleh formulasi yang dibuat. Daging analog komersial mengandung artificial flavouring daging vegetarian, sedangkan penelitian ini tidak menggunakan perasa daging tambahan. Hal ini yang menyebabkan aroma daging analog komersial lebih disukai panelis. Sampel K1 memiliki aroma paling disukai dibandingkan daging yang mengandung jamur. Hal ini karena tepung konjak murni memiliki bau seperti ikan dan rasa tajam yang khas, yang lebih disukai panelis. Reaksi Maillard antara asam amino dan gula memiliki peran utama dalam pembentukan beberapa senyawa heterosiklik dalam makanan yang diberi perlakuan panas [26].

Secara keseluruhan, penerimaan panelis tertinggi terdapat pada P2 dengan nilai kurang suka-netral (2,94). Penerimaan panelis meningkat seiring dengan penurunan konsentrasi tepung jamur yang ditambahkan, meskipun daging jamur tiram (P2) lebih diterima secara keseluruhan dibandingkan kontrol tanpa jamur (K1). Jamur merupakan sumber alami senyawa umami, karena adanya asam amino bebas (asam glutamat dan aspartat) dan 5'-nukleotida seperti 5'-guanosin monofosfat (5'-GMP), 5'-inosin monofosfat (5'-IMP), dan 5'-xanthosine monofosfat (Sun et al., 2020). Molekul lain dengan sifat penambah rasa dihasilkan melalui reaksi Maillard (reaksi antara asam amino/peptida dan gula pereduksi), yang disebut "Maillard reacted peptides" dari reaksi asam amino/peptida dengan gula pereduksi [27].

KESIMPULAN

Penambahan 30% tepung jamur tiram menghasilkan daging analog berbasis tepung porang yang secara signifikan ($P < 0,05$) lebih tinggi protein, serat, dan zat besinya dibandingkan kontrol. Penambahan 30% tepung jamur kancing menghasilkan daging analog dengan kadar protein yang lebih tinggi secara signifikan ($P < 0,05$) dibandingkan daging jamur tiram dan kontrol, zat besi yang lebih tinggi, serta kadar serat pangan yang lebih rendah dari kontrol. Penambahan 30% tepung jamur tiram dan 30% tepung jamur kancing memberikan warna yang lebih gelap dan tekstur yang lebih kenyal pada daging analog sehingga lebih mendekati karakteristik daging hewani. Penelitian terkait formulasi dengan pewarna alami dan bahan tambahan pangan lain

perlu dilakukan untuk meningkatkan kualitas organoleptis daging analog.

REFERENCE

- [1] Ismail, Ishamri, et al. "Meat Analog as Future Food: A Review." *Journal of Animal Science and Technology*, vol. 62, no. 2, 2020, pp. 111–20, doi:10.5187/jast.2020.62.2.111.
- [2] U.S. Environmental Protection Agency. *Sources of Greenhouse Gas Emissions*. 2022, <https://www.epa.gov/ghgemissions/sources-greenhouse-gas-emissions>.
- [3] Mazlan, Mazween Mohamad, et al. "Physical and Microstructure Properties of Oyster." *Foods*, vol. 9, no. 1023, 2020, p. 16.
- [4] Xu, Lilan, et al. "Influence of Konjac Glucomannan on the Emulsion-Filled/Non-Filled Chicken Gel: Study on Intermolecular Forces, Microstructure and Gelling Properties." *Food Hydrocolloids*, vol. 124, no. PA, Elsevier Ltd, 2022, p. 107269, doi:10.1016/j.foodhyd.2021.107269.
- [5] Wijaya, S. V. *Formulasi Daging Analog Tepung Umbi Porang Dengan Penambahan Kacang Arab Sebagai Sumber Zat Besi Alami*. 2021.
- [6] Atila, Funda, et al. "The Nutritional and Medical Benefits of Agaricus Bisporus: A Review." *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, vol. 7, no. 3, 2017, pp. 281–86, doi:10.15414/jmbfs.2017/18.7.3.281-286.
- [7] Torres-Martínez, Brisa Del Mar, et al. "Pleurotus Genus as a Potential Ingredient for Meat Products." *Foods*, vol. 11, no. 6, 2022, pp. 1–13, doi:10.3390/foods11060779.
- [8] Mawarni, Rizki Tika, and Simon Bambang Widjanarko. "Grinding By Ball Mill With Chemical Purification on Reducing Oxalate in Porang Flour." *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*, vol. 3, no. 2, 2015, pp. 571–81.
- [9] Wardani, Nela Agustin Kusuma, and Simon Bambang Widjanarko. "Potensi Jamur Tiram (Pleurotus Ostreatus) Dan Gluten Dalam Pembuatan Daging Tiruan Tinggi Serat." *Jurnal Teknologi Pertanian*, vol. 14, no. 3, 2013, pp. 151–64.
- [10] Iwuoha, Chinyere I., and Florence A. Kalu. "Calcium Oxalate and Physico-Chemical Properties of Cocoyam (Colocasia Esculenta

- and Xanthosoma Sagittifolium) Tuber Flours as Affected by Processing.” *Food Chemistry*, vol. 54, no. 1, 1995, pp. 61–66, doi:10.1016/0308-8146(95)92663-5.
- [11] Nasional, Badan Standarisasi. *SNI 19-2897-92 Cara Uji Cemaran Mikroba*. 1992.---. *SNI 2891 Cara Uji Makanan Minuman*. 1992.
- [12] Monro, John, and Barbara Burlingame. “Carbohydrates and Related Food Components: INFOODS Tagnames, Meanings, and Uses.” *Journal of Food Composition and Analysis*, vol. 9, no. 2, 1996, pp. 100–18, doi:10.1006/jfca.1996.0018.
- [13] Association of Official Analytical Chemists. “AOAC 985.29.” *Official Methods of Analysis 18th*, 18th ed., Association of Official Analytical Chemists, 2005.
- [14] ---. “AOAC 999.11.” *Official Methods of Analysis 18th*, 18th ed.
- [15] Kasapis, S., and A. Bannikova. “Rheology and Food Microstructure.” *Advances in Food Rheology and Its Applications*, Elsevier Ltd, 2016, pp. 7–46, doi:https://doi.org/10.1016/C2014-0-04114-7.
- [16] Zhang, Y., et al. “Isolation and Identification of Pigments from Oyster Mushrooms with Black, Yellow and Pink Caps.” *Food Chemistry*, 2022, doi:10.1016/j.foodchem.2021.131171.
- [17] Peiying, L., et al. *Professional Standard of the People Republic of China for Konjac Flour*. 2002.
- [18] Nurlela, N., et al. “Physicochemical Properties of Glucomannan Isolated from Fresh Tubers of *Amorphophallus Muelleri* Blume by a Multilevel Extraction Method.” *Food Research*, vol. 6, no. 4, 2022, pp. 345–53, doi:10.26656/fr.2017.6(4).580.
- [19] Jiménez-Colmenero, F., et al. “Konjac Gel Fat Analogue for Use in Meat Products: Comparison with Pork Fats.” *Food Hydrocolloids*, vol. 26, no. 1, Elsevier Ltd, 2012, pp. 63–72, doi:10.1016/j.foodhyd.2011.04.007.
- [20] Yegrem, Lamesgen. “Nutritional Composition, Antinutritional Factors, and Utilization Trends of Ethiopian Chickpea (*Cicer Arietinum* L.)” *International Journal of Food Science*, vol. 2021, 2021, doi:10.1155/2021/5570753.
- [21] Kyriakopoulou, Konstantina, et al. “Functionality of Ingredients and Additives in Plant-Based Meat Analogues.” *Foods*, 2021, doi:https://doi.org/10.3390/foods10030600.
- [22] Siyame, Prisca, et al. “Effectiveness and Suitability of Oyster Mushroom in Improving the Nutritional Value of Maize Flour Used in Complementary Foods.” *International Journal of Food Science*, vol. 2021, 2021, doi:10.1155/2021/8863776.
- [23] Wan Rosli, W. I., et al. “The Ability of Oyster Mushroom in Improving Nutritional Composition, β -Glucan and Textural Properties of Chicken Frankfurter.” *International Food Research Journal*, vol. 22, no. 1, 2015, pp. 311–17.
- [24] Zhao, Hui, et al. “How Does the Addition of Mushrooms and Their Dietary Fibre Affect Starchy Foods.” *Journal of Future Foods*, vol. 2, no. 1, Elsevier B.V., 2022, pp. 18–24, doi:10.1016/j.jfutfo.2022.03.013.
- [25] Rangel-Vargas, Esmeralda, et al. “Edible Mushrooms as a Natural Source of Food Ingredient/Additive Replacer.” *Foods*, vol. 10, no. 11, 2021, pp. 1–19, doi:10.3390/foods10112687.
- [26] Cadwallader, K. R. “Aroma.” *Encyclopedia of Food Chemistry*, Oxford: Academic Press, 2018, pp. 22–29.
- [27] De Pasquale, Ilaria, et al. “Nutritional and Functional Advantages of the Use of Fermented Black Chickpea Flour for Semolina-Pasta Fortification.” *Foods*, vol. 10, no. 1, 2021, pp. 1–21, doi:10.3390/foods10010182.