

KUALITAS FISIK DENDENG KAMBING YANG DITAMBAHKAN TEPUNG *MAGGOT BLACK SOLDIER FLY* DENGAN KONSENTRASI BERBEDA

Teya Prasetyo Putri^{1*}, Dicky Tri Utama¹, Yuli Astuti Hidayati¹, Eulis Tanti Marlina¹

¹Program Studi Peternakan, Fakultas Peternakan, Universitas Padjadjaran
Jalan Hegarmanah, Kecamatan Jatinangor, Kabupaten Sumedang, Jawa Barat 45363, Indonesia

* Email: teyapp26@gmail.com

(Submitted: 26-02-2025; Revised: 19-05-2025; Accepted: 22-05-2025)

ABSTRAK

Daging kambing dapat diolah menjadi dendeng untuk memberikan variasi pada dendeng yang dijual di pasaran. Dendeng juga ditambahkan dengan tepung *maggot black soldier fly* (BSF) sebagai pendekatan dalam mengenalkan serangga sebagai sumber protein berkelanjutan di masa depan. *Maggot* BSF memiliki kemampuan untuk mematikan bakteri patogen dan virus dari pakan yang dikonsumsi sehingga cenderung lebih aman dari serangga lain, serta kaya akan kitin dan peptida antimikroba yang bagus untuk kesehatan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan tepung *maggot* BSF terhadap kualitas fisik dendeng giling daging kambing yang meliputi rendemen, pH, keempukan, dan warna. Metode penelitian yang digunakan adalah rancangan acak lengkap yang terdiri dari 4 perlakuan (0%, 5%, 10%, 15%) dengan 5 kali pengulangan. Data dianalisis menggunakan analisis sidik ragam dan dilanjutkan dengan *Duncan's Multiple Range Test*. Hasilnya, penambahan tepung *maggot* BSF tidak berpengaruh signifikan terhadap rendemen dan keempukan, tetapi berpengaruh signifikan terhadap pH dan warna. Perlakuan terbaik terdapat pada penambahan sebanyak 5% dengan karakteristik dendeng yang dihasilkan yaitu rendemen sebanyak 85,17 %, pH 5,92, keempukan 20,90 N, L* (kecerahan) 38,86, a* (kemarahan) 4,42, b* (kekuningan) 15,02, *chromaticity* 15,66, dan *hue angle* 1,28°.

Kata kunci: *Black Soldier Fly*, daging kambing, dendeng giling, kualitas fisik

THE EFFECT OF ADDING BLACK SOLDIER FLY MAGGOT MEAL WITH DIFFERENT CONCENTRATIONS ON THE PHYSICAL QUALITY OF GROUND GOAT MEAT JERKY

ABSTRACT

Goat meat can be processed into jerky to provide variation to the jerky sold in the market. Jerky is also added with black soldier fly (BSF) maggot flour as an approach to introducing insects as a sustainable protein source in the future. BSF maggots have the ability to kill pathogenic bacteria and viruses from the feed consumed, so that they tend to be safer than other insects, and are rich in chitin and antimicrobial peptides, which are good for health. This study aims to determine the effect of adding BSF maggot flour on the physical quality of ground goat meat jerky, including yield, pH, tenderness, and color. The research method used was a completely randomized design consisting of 4 treatments (0%, 5%, 10%, 15%) with 5 repetitions. Data were analyzed using analysis of variance and continued with *Duncan's Multiple Range Test*. The results showed that the addition of BSF maggot flour did not have a significant effect on yield and tenderness, but had a significant effect on pH and color. The best treatment was found in the addition of 5% with the characteristics of the resulting jerky, namely a yield of 85.17%, pH 5.92, tenderness 20.90 N, L* (brightness) 38.86, a* (redness) 4.42, b* (yellowness) 15.02, *chromaticity* 15.66, and *hue angle* 1.28°.

Key words: Black Soldier Fly, ground goat meat jerky, physical quality

PENDAHULUAN

Daging kambing adalah salah satu daging yang biasa dikonsumsi di Indonesia yang banyak digunakan pada acara-acara penting serta ritual keagamaan ataupun adat. Meski begitu, tingkat konsumsi daging kambing di Indonesia lebih rendah daripada daging ayam, sapi, dan babi yang ditandai dengan jumlah

produksinya. Berdasarkan data BPS (2022), jumlah produksi daging ayam pedaging pada tahun 2022 sebanyak 3.668.879.000,00 kg, sapi sebanyak 499.708.076,36 kg, babi sebanyak 151.885.649,88 kg, dan kambing sebanyak 60.768.744,02 kg. Hal ini dapat disebabkan karena adanya stigma buruk di masyarakat mengenai daging kambing yang berbahaya untuk kesehatan walaupun sebenarnya daging kambing

memiliki nilai gizi yang tinggi dan baik untuk tubuh (Hamad *et al.*, 2024).

Daging secara umum digunakan untuk pemenuhan kebutuhan protein harian. Untuk mengatasi pertumbuhan populasi, pasokan daging di seluruh dunia harus meningkat dua kali lipat juga. Meski begitu, perlu adanya sumber protein alternatif akibat berkurangnya lahan yang dapat digunakan untuk peternakan sebagai pemasok daging. Solusi yang ditawarkan dari *Food and Agricultural Organization* adalah dengan menjadikan serangga sebagai bahan pangan (FAO, 2013). Serangga adalah hewan invertebrata yang tubuhnya terbagi menjadi tiga bagian, yakni kepala, dada, dan perut. Serangga juga memiliki tiga pasang kaki, mata majemuk, dan sepasang antena. Sebagai makhluk hidup, pada umumnya serangga hanya dibiarkan di alam untuk menjalankan perannya sebagai polinator, dekomposer, ataupun bioindikator pencemaran dari suatu agroekosistem. Beberapa serangga juga dibasmi oleh manusia karena dianggap sebagai hama. Akan tetapi, saat ini serangga mulai diteliti untuk dijadikan pangan alternatif bagi manusia (Setyawati & Magfirah, 2024).

Penelitian untuk menjadikan serangga sebagai pangan alternatif ini bukan tanpa alasan. Beberapa negara di Asia seperti Thailand dan China telah mengonsumsi serangga sejak lama (Feng *et al.*, 2017; Krongdang *et al.*, 2023). Di Indonesia sendiri, beberapa daerah telah menjadikan serangga sebagai pangan, seperti masyarakat di bagian Timur Indonesia yang mengonsumsi ulat sagu, serta di beberapa daerah di Pulau Jawa masyarakatnya mengonsumsi belalang dan jangkrik (Nirmala *et al.*, 2017; Paulin & Purwanto, 2020). Meski begitu, konsumsi serangga secara umum masih sangat sedikit. Hal itu disebabkan oleh perasaan jijik dan ketakutan manusia dalam mencoba makanan yang asing pada negara yang tidak punya kebiasaan mengonsumsi serangga (Gkinali *et al.*, 2022).

Salah satu serangga yang dapat dijadikan alat adaptasi perubahan pola konsumsi masyarakat adalah *black soldier fly* (BSF) yang memiliki potensi menjanjikan sebagai sumber protein berkelanjutan. *Maggot* BSF telah dipelajari secara luas oleh peneliti terkait keefektifannya dalam menguraikan limbah organik dan pemanfaatannya untuk menjadi pakan ternak. Akan tetapi, penelitian mengenai pemanfaatan *maggot* BSF sebagai makanan bagi manusia masih sangat sedikit (Bessa, 2021). *Maggot* BSF yang dijadikan tepung memiliki kandungan gizi berupa protein 35.95-43.62%, lemak 8.00-16.86%, serat kasar 1.15-2.91%, abu 5.82-9.30%, BETN 29.2- 45.74%, dan beberapa asam amino esensial (Rosyadi *et al.*, 2024). Terdapat penelitian mengenai kemampuan *maggot* BSF untuk mengurangi koloni bakteri berbahaya dan virus tertentu yang berasal dari pakan yang mereka konsumsi (Hidayat *et al.*, 2024). Hal ini memungkinkan *maggot* BSF menjadi lebih kecil risikonya untuk dijadikan bahan pangan dibandingkan jenis serangga yang dapat dimakan lainnya. Selain itu,

maggot BSF berpotensi sebagai prebiotik bagi manusia karena kandungan senyawa bioaktifnya, termasuk kitin dan peptida antimikroba, memberi dampak positif terhadap kesehatan secara keseluruhan (Koutsos *et al.*, 2022). Meskipun demikian, syarat penggunaan *maggot* BSF sebagai bahan pangan untuk manusia yakni dengan menggunakan pakan yang lebih bersih.

Produk olahan daging yang cukup familier di Indonesia yang dapat ditambahkan dengan tepung *maggot* BSF contohnya adalah dendeng. Dendeng itu sendiri adalah makanan dengan bahan dasar daging yang dibentuk menjadi lembaran tipis. Penambahan tepung *maggot* BSF ke dalam pembuatan dendeng ini diharapkan dapat menjadi metode pendekatan yang tepat dalam mengenalkan serangga sebagai sumber protein alternatif baru untuk mengatasi kebutuhan protein yang meningkat akibat bertambahnya populasi. Pendekatan ini dipilih atas dasar hasil penelitian terdahulu yang menyatakan bahwa untuk meningkatkan penerimaan masyarakat terhadap perilaku mengonsumsi serangga, serangga yang digunakan harus disamarkan hingga bagian tubuhnya tidak terlihat dan produk yang ingin dimasukkan serangga harus sudah tidak asing dikonsumsi. Melalui investigasi yang lebih lanjut, diketahui bahwa mayoritas konsumen mengasosiasikan serangga dengan produk daging dan hidangan daging, daripada ke produk gurih atau manis lainnya (Bessa, 2021; Gkinali *et al.*, 2022). Di saat bersamaan, pembuatan dendeng ini dapat dijadikan upaya dalam meningkatkan konsumsi daging kambing di Indonesia. Dendeng dengan bahan baku selain dari daging sapi jarang dijumpai di pasaran sehingga pembuatan dendeng dari daging kambing dapat memberikan variasi yang berbeda pula.

Dendeng dibagi menjadi dua jenis, yaitu dendeng sayat dan dendeng giling. Jenis dendeng yang akan digunakan untuk penelitian ini adalah dendeng giling. Pemilihan tersebut didasarkan pada kelebihan dendeng giling, yakni rasa yang lebih kuat karena bumbu lebih meresap akibat dicampur secara langsung bersama daging. Selain itu, serat daging telah dihancurkan sehingga hasilnya memiliki tekstur yang lebih halus dan lunak sehingga lebih mudah untuk dikunyah (Handayani *et al.*, 2023). Uji sifat fisik dilakukan terhadap dendeng giling kambing yang dibuat dengan tujuan untuk mengevaluasi mutu dan karakteristik produk. Pengujian ini penting dalam pengembangan produk untuk memastikan kesesuaian dengan standar yang ditetapkan agar terbukti layak dan aman untuk dikonsumsi maupun diperjualbelikan. Hasil penelitian Bessa (2021) menemukan bahwa *patty* dengan BSF memiliki susut masak, L*, a*, b*, dan *chromaticity* yang lebih rendah, tetapi *hue angle* dan nilai pH menunjukkan kenaikan. Lemke *et al.* (2023) melakukan penelitian serupa untuk produk sosis yang disubstitusi dengan BSF, menghasilkan sosis babi dengan penambahan BSF sebanyak 20% yang memiliki susut masak, pH, dan nilai a* yang lebih

tinggi, tetapi nilai L^* dan kekerasan yang lebih rendah. Penelitian lain yang melakukan substitusi dengan serangga serupa, yakni *yellow mealworm*, pada penambahan sebanyak 20% menghasilkan sosis dengan nilai L^* dan kekerasan yang lebih rendah daripada kontrol serta pH yang lebih tinggi daripada kontrol. Substitusi daging babi dengan *yellow mealworm* sebanyak 10% berhasil mempertahankan kualitas sosis mirip dengan kontrol (Choi *et al.*, 2024). Nilai pH, a^* , dan b^* sistem emulsi setelah mengganti protein miofibrilar dengan protein *yellow mealworm* meningkat secara signifikan seiring penambahan konsentrasi yang digunakan. Akan tetapi, nilai L^* dan kekerasannya menurun secara signifikan seiring penambahan konsentrasi *yellow mealworm* (Kim *et al.*, 2020).

Berdasarkan penelitian-penelitian terdahulu tersebut, sangat memungkinkan penambahan BSF dapat memengaruhi kualitas fisik produk olahan daging. Meskipun demikian, kajian mengenai pengaruh penambahan tepung *maggot* BSF terhadap kualitas fisik dendeng masih belum ada. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan tepung *maggot* BSF dengan konsentrasi berbeda terhadap kualitas fisik dendeng daging kambing yang ditinjau dari segi rendemen, pH, keempukan, dan warna secara kuantitatif.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan pada bulan September hingga Desember 2024 di Laboratorium Teknologi Pengolahan Produk Peternakan Fakultas Peternakan Universitas Padjadjaran. Jenis penelitian yang digunakan adalah kuantitatif eksperimen. Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini berupa data primer dan data sekunder, dengan jenis variabel yang digunakan terdiri dari variabel kontrol, variabel terikat, dan variabel bebas. Data primer diperoleh melalui pengujian langsung menggunakan alat ukur yang sesuai dengan peubah yang diamati, sedangkan data sekunder diperoleh melalui studi literatur yang menjadi bahan referensi untuk kepenulisan. Variabel kontrol pada penelitian ini adalah jenis daging, bumbu yang digunakan, lama pengovenan. Variabel terikat pada penelitian ini adalah kualitas fisik dendeng giling daging kambing yang meliputi warna, pH, rendemen, dan keempukan. Variabel bebas yang digunakan pada penelitian ini adalah variasi konsentrasi tepung *maggot* BSF yang ditambahkan.

Rancangan yang digunakan pada penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan satu faktor yang terdiri dari 4 perlakuan, yakni konsentrasi tepung *maggot* BSF yang ditambahkan pada pembuatan dendeng giling daging kambing. Setiap perlakuan terdiri dari 5 kali pengulangan sehingga diperoleh 20 sampel percobaan. Perlakuan yang dilakukan adalah sebagai berikut: P0 = Penambahan 0% tepung *maggot* BSF; P1 = Penambahan 5% tepung

maggot BSF; P2 = Penambahan 10% tepung *maggot* BSF; dan P3 = Penambahan 15% tepung *maggot* BSF.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah daging kambing bagian paha sebanyak 1 kg, tepung *maggot* sebanyak 300 g yang berasal dari BSF pada fase peralihan dari larva menjadi prepupa, tepatnya berumur 25 hari, yang didapatkan dari Rumah Edukasi *Biomethagreen*, air, gula merah 250 g, gula putih 150 g, bawang putih 150 g, tepung tapioka 150 g, ketumbar bubuk 50 g, garam 50 g, lengkuas 20 g, serai 20 g, dan aquades. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini yakni timbangan duduk digital, baskom, saringan, sarung tangan latex, jaring kasa 200 x 150 cm, kompor, panci, termometer digital *pen*, *stopwatch*, terpal ukuran 400 x 200 cm, kantong plastik, *drying oven*, *blender*, plastik *ziplock*, stiker label, sarung tangan tahan panas, mesin pendingin, kain lap, tisu, *container* plastik, *food processor*, loyang aluminium, spatula plastik, sendok, pisau, talenan, *cup* plastik, plastik bening ukuran 17 x 35 cm, timbangan dapur digital, pH meter, *colorimeter*, dan *texture analyzer*.

Hal pertama yang harus dilakukan terhadap *maggot* hidup yang didapatkan adalah *blanching maggot* dengan cara *maggot* dicelupkan ke dalam air mendidih selama 60 detik. Setelah melalui proses *blanching*, *maggot* dikeringkan di bawah matahari selama 2 hari. Selanjutnya, dilakukan pengovenan *maggot* dengan suhu 50°C selama 24 jam hingga *maggot* kering sepenuhnya. Setelah dilakukan pengeringan, *maggot* dihancurkan menggunakan *blender* hingga cukup halus.

Prosedur pembuatan dendeng giling dimulai dengan memotong daging dan bumbu-bumbu yang digunakan agar memudahkan proses penggilingan. Bahan-bahan yang digunakan untuk setiap sampel yakni daging kambing bagian paha sebanyak 50 g, gula merah 12,5 g, gula putih 7,5 g, bawang putih 7,5 g, tepung tapioka 7,5 g, ketumbar bubuk 2,5 g, garam 2,5 g, serai 1 g, dan lengkuas 1 g. Tepung *maggot* BSF yang ditambahkan pada setiap sampel yakni sebanyak 2,5 g untuk P1 (5%), 5 g untuk P2 (10%), dan 7,5 g P3 (15%). Daging dan bumbu-bumbu yang sudah berukuran kecil kemudian digiling bersama tepung *maggot* BSF sesuai perlakuan menggunakan *food processor*. Setelah itu adonan dibentuk lembaran-lembaran dengan ketebalan kurang lebih 4 mm lalu dikeringkan menggunakan oven yang diatur dengan suhu 80°C selama 45 menit. Dendeng yang sudah selesai dioven dipotong dengan ukuran 5 x 5 cm.

Penimbangan berat dilakukan menggunakan timbangan dapur digital. Berat akhir merupakan berat dendeng giling setelah dioven, sedangkan berat awal merupakan berat adonan dendeng. Rendemen dendeng giling dihitung dengan cara berat akhir dibagi berat awal dikali 100% (Sipahutar *et al.*, 2023). Pengujian pH dilakukan menggunakan alat pH meter YY1030 dan diulang sebanyak dua kali untuk memperoleh hasil nilai pH yang akurat. Sebelum itu, alat pH meter yang digunakan perlu dikalibrasi terlebih dahulu

menggunakan buffer pH 4, 7, dan 10. Setiap selesai kalibrasi dengan satu buffer, ujung pH meter dibilas dengan aquades lalu dilap dengan tisu hingga kering. Pengukuran pH dilakukan dengan cara menusukkan pH meter ke sampel dendeng.

Pengujian keempukan menggunakan alat *texture analyzer* Food Tech Corp. TMS-Pro sebanyak dua kali. Pertama-tama sampel dendeng disiapkan dan ditumpuk tiga hingga dimensi dendeng sebesar 5 x 5 x 1,2 cm. Selanjutnya *texture analyzer* disambungkan dengan komputer dan dilakukan kalibrasi alat terlebih dahulu. Jarum penusuk (*probe*) dipasang pada *texture analyzer* dan diposisikan hingga mendekati sampel dengan memencet tombol *down* pada mesin. Menu *start* pada komputer ditekan sehingga *probe* akan bergerak secara otomatis menusuk sampel. Hasil pengujian tersaji dalam bentuk kurva dan angka dengan satuan Newton (N) untuk menunjukkan gaya yang dibutuhkan untuk menembus sampel.

Pengujian warna dendeng giling dilakukan menggunakan alat *colorimeter* CS-10 8MM yang menggunakan sistem L*, a*, dan b*. Parameter L* menunjukkan kecerahan dengan kisaran nilai dari 0-100. Semakin tinggi nilai L* artinya semakin putih atau cerah dan semakin rendah nilai L* artinya semakin hitam atau gelap. Parameter a* menunjukkan kemerahan dengan nilai 0-100 untuk warna merah dan nilai 0-(-80) untuk warna hijau. Parameter b* menunjukkan kekuningan dengan nilai 0-70 untuk warna kuning dan 0-(-70) untuk warna biru. Nilai dari parameter a* dan b* kemudian dapat digunakan untuk menghitung *hue angle* dan *chromaticity*. Rumus *hue angle* = $\tan^{-1}(b^*/a^*)$ dan rumus *chromaticity* = $(a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$.

Data mengenai hasil pengujian fisik akan diolah di *Microsoft Excel*, kemudian dianalisis dengan metode ANOVA satu arah menggunakan SPSS 27. Apabila hasil sidik ragam berbeda nyata, maka untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan sehingga mendapatkan perlakuan terbaik dilakukan uji DMRT (*Duncan's Multiple Range Test*) dengan menggunakan aplikasi SPSS.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rendemen

Rendemen dendeng giling kambing pada perlakuan P0 hingga P3 memiliki rata-rata sebesar 84,83%, 85,17%, 82,05%, dan 80,77% (Tabel 1). Berdasarkan hasil analisis sidik ragam, penambahan tepung *maggot* BSF tidak memberikan pengaruh yang signifikan ($P > 0,05$) terhadap rendemen dendeng giling kambing sehingga tidak dilakukan uji lanjut DMRT. Nilai rendemen tertinggi terdapat pada perlakuan P1 (85,17%) dan nilai rendemen terendah terdapat pada perlakuan P3 (80,77%).

Hasil penelitian ini berbeda dengan penelitian lain yang menunjukkan penambahan 20% *maggot* BSF

ke dalam produk olahan daging menghasilkan susut masak yang lebih tinggi daripada tanpa penambahan maupun penambahan sebanyak 10% (Lemke *et al.*, 2023). Pada penelitian lain, penambahan tepung *maggot* BSF menghasilkan susut masak yang lebih rendah, tetapi persentase tepung tidak berpengaruh signifikan terhadap susut masak *patty* yang dihasilkan (Bessa, 2021). Susut masak menyebabkan berkurangnya air bersamaan dengan meningkatnya penurunan berat produk atau rendemen (Alugwu *et al.*, 2022). Perbedaan yang terjadi diduga karena pada penelitian ini, penambahan konsentrasi tepung *maggot* BSF tidak disertai dengan pengurangan daging kambing yang digunakan. Daging kambing memiliki kemampuan mengikat air yang tinggi karena nilai pH yang tinggi (Gawat *et al.*, 2023). Konsentrasi daging kambing yang konstan pada setiap perlakuan lebih lanjut menjaga dendeng dari kehilangan air lebih banyak. Hal itu disebabkan karena protein daging kambing lebih stabil daripada protein pada serangga ketika dilakukan pemanasan sehingga kemampuan mengikat airnya lebih baik (Kim *et al.*, 2020).

Penggunaan tepung tapioka pada penelitian ini serta perbedaan suhu dan lama pengeringan dengan penelitian lain juga berpengaruh terhadap daya ikat air dendeng (Nithyalakshmi & Preetha, 2015). Pati tepung tapioka sebagian besar terdiri dari amilopektin yang bersifat menahan air yang terserap sehingga air yang keluar tidak banyak (Novrini, 2020). Sedangkan suhu pengeringan yang semakin tinggi dan pengeringan yang semakin lama berarti panas yang diserap bahan semakin banyak sehingga menyebabkan terjadinya pengerutan jaringan ikat dan denaturasi protein miofibrilar, mempermudah dan mempercepat penguapan air selama proses pengeringan (Nithyalakshmi & Preetha, 2015).

Rendemen adalah persentase produk yang dihasilkan setelah mengalami proses pengolahan (Sipahutar *et al.*, 2023). Penghitungan rendemen penting untuk menentukan nilai ekonomis dan efektivitas dari suatu produk pangan. Semakin besar hasil rendemen maka akan semakin baik. Maka dari itu, perlakuan penambahan tepung *maggot* BSF sebanyak 5% menghasilkan rendemen yang paling baik.

Nilai pH

Nilai pH dendeng giling kambing pada perlakuan P0 hingga P3 memiliki rata-rata sebesar 5,74, 5,92, 6,06, dan 6,11. Nilai pH tertinggi terdapat pada perlakuan P3 (6,11), sedangkan nilai pH terendah terdapat pada perlakuan P0 (5,74) (Tabel 1). Nilai pH dendeng giling kambing pada penelitian ini masih dalam kategori yang normal untuk produk daging dengan kadar air sedang. Rata-rata pH untuk produk daging dengan kadar air sedang berkisar 4,72-6,73 (Lemma *et al.*, 2022). Berdasarkan hasil analisis sidik ragam, penambahan tepung *maggot* BSF memberikan pengaruh yang signifikan ($P < 0,05$) terhadap nilai pH

dendeng giling kambing. Hasil uji DMRT menunjukkan adanya perbedaan nyata antara perlakuan P0 dengan P1, P2, dan P3, tetapi tidak ada perbedaan nyata antara perlakuan P2 dengan P3. Hal ini berarti penambahan tepung *maggot* BSF sampai dengan 10% meningkatkan pH dendeng giling kambing dengan signifikan. Dendeng giling kambing umumnya memiliki pH sebesar 6,03-6,43 (Lemma *et al.*, 2022; Aung *et al.*, 2024). Maka dapat dikatakan bahwa penambahan tepung *maggot* BSF sebanyak 10% dan 15% menghasilkan dendeng giling kambing dengan pH yang seperti dendeng giling kambing pada umumnya.

Peningkatan pH dendeng giling kambing yang dihasilkan setelah ditambahkan dengan tepung *maggot* BSF dapat disebabkan oleh pH tepung *maggot* BSF yang lebih tinggi daripada pH daging kambing. Tepung dari *maggot* BSF yang dimatikan secara *blanching* memiliki pH 6,9, sedangkan pH daging kambing hanya sebesar 5,5-6,2 (Gawat *et al.*, 2023).

Hal ini didukung oleh penjelasan Kim *et al.* (2020) bahwa pH protein serangga yang lebih tinggi daripada pH protein daging dapat menyebabkan peningkatan pH pada sistem emulsi.

Hasil dari penelitian ini sedikit berbeda, tetapi cukup sejalan dengan penelitian (Choi *et al.*, 2017). Penelitian tersebut menemukan bahwa substitusi daging babi dengan *yellow mealworm* sampai dengan 15% pada pembuatan sosis tetap menghasilkan peningkatan pH yang signifikan. Sama halnya dengan tepung *maggot* BSF, pH tepung larva *mealworm* lebih tinggi daripada pH daging babi. Perbedaan hasil dari penelitian ini dengan penelitian (Choi *et al.*, 2017) diduga karena pada penelitian tersebut, proporsi daging babi dikurangi seiring dengan penambahan konsentrasi tepung *yellow mealworm*. Pada penelitian ini, penambahan konsentrasi tepung *maggot* BSF tidak disertai dengan pengurangan daging kambing yang digunakan.

Tabel 1. Rendemen, pH, keempukan, dan warna dendeng daging kambing

Peubah	Konsentrasi Tepung <i>Maggot</i> BSF			
	0%	5%	10%	15%
Rendemen (%)	84,83 ± 2,02	85,17 ± 2,23	82,05 ± 8,40	80,77 ± 5,13
pH	5,74 ± 0,02 ^a	5,92 ± 0,05 ^b	6,06 ± 0,08 ^c	6,11 ± 0,03 ^c
Keempukan (N)	18,04 ± 6,56	20,90 ± 3,45	25,09 ± 7,61	23,31 ± 5,11
Warna				
L* (Kecerahan)	40,95 ± 0,98 ^c	38,86 ± 0,78 ^b	36,94 ± 0,97 ^a	36,10 ± 2,19 ^a
a* (Kemerahan)	4,73 ± 0,31 ^b	4,42 ± 0,24 ^b	3,69 ± 0,65 ^a	3,34 ± 0,63 ^a
b* (Kekuningan)	16,29 ± 0,24 ^c	15,02 ± 0,48 ^b	14,11 ± 0,26 ^a	13,97 ± 1,03 ^a
Chromaticity	16,96 ± 0,27 ^c	15,66 ± 0,49 ^b	14,59 ± 0,33 ^a	14,36 ± 1,13 ^a
Hue Angle (°)	1.29 ± 0,02 ^a	1.28 ± 0,01 ^a	1.31 ± 0,04 ^{ab}	1.34 ± 0,03 ^b

Keterangan: ^{abc}Superskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan berbeda nyata (p<0,05)

Keempukan

Gaya yang dibutuhkan untuk menembus ke dalam dendeng giling kambing pada perlakuan P0 hingga P3 memiliki rata-rata sebesar 18,04 N, 20,90 N, 25,09 N, dan 23,31 N (Tabel 1). Berdasarkan hasil analisis sidik ragam, penambahan tepung *maggot* BSF tidak memberikan pengaruh yang signifikan (P>0,05) terhadap keempukan dendeng giling kambing sehingga tidak dilakukan uji lanjut DMRT. Dendeng dengan gaya kompresi terkecil terdapat pada perlakuan P0 (18,04), sedangkan dendeng dengan gaya kompresi terbesar terdapat pada perlakuan P2 (25,09). Meski begitu, perbedaan keempukan antarperlakuan tidak signifikan. Hasil dari penelitian ini diduga terjadi karena daging kambing memiliki kemampuan mengikat air yang tinggi karena nilai pH yang cenderung tinggi (Gawat *et al.*, 2023). Daya ikat air yang tinggi menyebabkan lebih sedikit air yang hilang dalam proses pemasakan sehingga keempukannya lebih terjaga. Hasil ini sesuai dengan penelitian lain yang menunjukkan substitusi tepung *maggot* BSF terhadap sosis daging menghasilkan pengaruh yang

tidak signifikan terhadap tingkat keempukan antarperlakuan (Bessa *et al.*, 2019).

Pengukuran keempukan pada pangan dapat digunakan untuk memahami hubungan antara komposisi dan tekstur, menetapkan skala penilaian standar dalam pengembangan produk baru, memprediksi evaluasi secara sensorik, serta pengendalian kualitas. Tekstur yang diharapkan adalah tekstur yang tidak terlalu keras atau terlalu lunak tetapi masih bersifat elastis (Setijawaty *et al.*, 2019). Hasil *shear force* dendeng giling kambing pada penelitian lain berkisar 24,51-29,41 N (Lemma *et al.*, 2022). Maka dari itu, perlakuan penambahan tepung *maggot* BSF sebanyak 10% menghasilkan keempukan yang paling baik.

Warna

Nilai L* (Kecerahan)

Rata-rata nilai L* (kecerahan) dendeng giling kambing pada perlakuan P0 hingga P3: 40,95; 38,86; 36,94; dan 36,10 (Tabel 1). Semakin tinggi nilai L* artinya semakin putih atau cerah dan semakin rendah

nilai L^* artinya semakin hitam atau gelap. Perlakuan P0 menghasilkan dendeng yang paling cerah (40,95), sedangkan perlakuan P3 menghasilkan dendeng yang paling gelap (36,10). Berdasarkan hasil analisis sidik ragam, penambahan tepung *maggot* BSF memberikan pengaruh yang signifikan ($P < 0,05$) terhadap nilai kecerahan dendeng giling kambing. Hasil uji DMRT menunjukkan adanya perbedaan nyata antara perlakuan P0 dengan P1, P2, dan P3, tetapi tidak ada perbedaan nyata antara perlakuan P2 dengan P3. Hal ini berarti penambahan tepung *maggot* BSF sampai dengan 10% menghasilkan dendeng yang lebih gelap secara signifikan.

Penurunan tingkat kecerahan dendeng giling kambing yang dihasilkan setelah ditambahkan dengan tepung *maggot* BSF diduga disebabkan karena *maggot* BSF memiliki pigmen eumelanin (Ushakova *et al.*, 2017). Eumelanin memiliki struktur polimer yang mirip dengan melanoidin, tetapi melanin dominan menghasilkan warna coklat tua hingga hitam (El-Naggar & Saber, 2022). Lebih lanjut, penambahan tepung serangga meningkatkan kadar protein sampel sehingga membuat reaksi Maillard menjadi lebih intens (Zielińska *et al.*, 2021). Hasil dari penelitian ini sedikit berbeda, tetapi cukup sejalan dengan penelitian (Choi *et al.*, 2017). Penelitian tersebut menemukan bahwa substitusi daging babi dengan *yellow mealworm* sampai dengan 15% pada pembuatan sosis tetap menghasilkan penurunan nilai L^* yang signifikan. Perbedaan hasil dari penelitian ini dengan penelitian (Choi *et al.*, 2017) diduga karena pada penelitian tersebut, proporsi daging babi dikurangi seiring dengan penambahan konsentrasi tepung *yellow mealworm*. Pada penelitian ini, penambahan konsentrasi tepung *maggot* BSF tidak disertai dengan pengurangan daging kambing yang digunakan sehingga tingkat kegelapan akibat dari pigmen eumelanin BSF dan intensitas reaksi Maillard yang terjadi pada penambahan sebanyak 10% telah mencapai titik maksimum, dan penambahan lebih dari itu tidak akan memberikan perbedaan yang jauh.

Dendeng giling yang baik akan berwarna coklat kehitaman (Putri, 2024). Penambahan tepung *maggot* BSF sebanyak 10% akan meningkatkan kehitaman dendeng secara signifikan dibandingkan dengan penambahan sebanyak 0% maupun 5%. Penambahan sebanyak 0% menghasilkan dendeng yang berwarna coklat tua yang cukup terang, tetapi pada penambahan sebanyak 5%, dendeng mulai berwarna coklat kehitaman. Maka dari itu, penambahan tepung *maggot* BSF yang menghasilkan nilai L^* paling baik adalah sebanyak 5% karena dendeng yang dihasilkan berwarna coklat kehitaman yang lebih mendekati dengan warna dendeng pada umumnya.

Nilai a^* (Kemerahan)

Rata-rata nilai a^* (kemerahan) dendeng giling kambing pada perlakuan P0 hingga P3: 4,77; 4,42; 3,69; dan 3,34 (Tabel 1). Nilai a^* yang positif berarti

dendeng masih berwarna merah dan semakin tinggi nilai a^* artinya semakin merah. Perlakuan P0 menghasilkan dendeng dengan tingkat kemerahan tertinggi (4,77), sedangkan perlakuan P3 menghasilkan dendeng dengan tingkat kemerahan terendah (3,34). Berdasarkan hasil analisis sidik ragam, penambahan tepung *maggot* BSF memberikan pengaruh yang signifikan ($P < 0,05$) terhadap nilai kemerahan dendeng giling kambing. Hasil uji DMRT menunjukkan pengaruh perlakuan P0 dengan P1 tidak berbeda nyata terhadap tingkat kemerahan dendeng, begitupula P2 dengan P3 tidak berbeda nyata terhadap tingkat kemerahan dendeng. Akan tetapi, terdapat perbedaan nyata antara P0 dan P1 dengan P2 dan P3. Hal ini berarti dendeng giling kambing akan kehilangan kemerahannya secara signifikan hanya jika ditambahkan tepung *maggot* BSF sebanyak 10%.

Warna merah merupakan ciri khas dari produk berbahan dasar daging. Penambahan tepung *maggot* BSF sebanyak 5% tidak mengurangi kemerahan dendeng secara signifikan. Oleh karena itu, penambahan tepung *maggot* BSF yang menghasilkan nilai a^* paling baik adalah sebanyak 5% karena dendeng yang dihasilkan masih memiliki ciri khas dendeng pada umumnya. Dendeng kehilangan warna kemerahannya disebabkan karena serangga seperti BSF tidak memiliki pigmen merah mioglobin yang terdapat pada daging hewan vertebrata seperti kambing (Lemke *et al.*, 2023). Selain itu, mioglobin merupakan protein sehingga ketika dipanaskan pada suhu 80°C akan mengalami denaturasi (Alfaifi *et al.*, 2023). Mioglobin yang terdenaturasi menyebabkan gugus heme terlepas dari protein. Ion Fe^{2+} yang terikat di dalamnya pun mengalami oksidasi menjadi ion Fe^{3+} , menghasilkan hemin yang berwarna coklat. Maka dari itu, nilai kemerahan menjadi lebih rendah (Pratama, 2019).

Hasil dari penelitian ini sedikit berbeda, tetapi sejalan dengan penelitian lain yang menemukan bahwa semakin banyak proporsi tepung *maggot* BSF daripada proporsi daging sapi pada pembuatan *patty*, menghasilkan nilai a^* yang lebih rendah (Bessa, 2021). Hal ini diduga terjadi karena pada penelitian tersebut, proporsi daging dikurangi seiring dengan penambahan konsentrasi tepung *maggot* BSF, sedangkan penambahan konsentrasi tepung *maggot* BSF pada penelitian ini tidak disertai dengan pengurangan daging kambing yang digunakan. Proporsi daging kambing yang konstan menyebabkan warna merah dari mioglobin daging masih dapat mempertahankan intensitasnya sampai dengan penambahan sebanyak 5%. Akan tetapi pada penambahan sebanyak 10%, warna hitam dari pigmen eumelanin dalam BSF mulai mendominasi sehingga pengaruh warna merah dari pigmen mioglobin daging berkurang signifikan.

Nilai b^* (Kekuningan)

Rata-rata nilai b^* (kekuningan) dendeng giling kambing pada perlakuan P0 hingga P3: 16,29; 15,02;

14,11; dan 13,97 (Tabel 1). Nilai b^* yang positif berarti dendeng masih berwarna kuning dan semakin tinggi nilai b^* artinya semakin kuning. Perlakuan P0 menghasilkan dendeng dengan tingkat kekuningan tertinggi (16,29), sedangkan P3 menghasilkan dendeng dengan tingkat kekuningan terendah (13,97). Berdasarkan hasil analisis sidik ragam, penambahan tepung *maggot* BSF memberikan pengaruh yang signifikan ($P < 0,05$) terhadap nilai kekuningan dendeng giling kambing. Hasil uji DMRT menunjukkan adanya perbedaan nyata antara perlakuan P0 dengan P1, P2, dan P3, tetapi tidak ada perbedaan nyata antara perlakuan P2 dengan P3. Hal ini berarti penambahan tepung *maggot* BSF sampai dengan 10% mengurangi tingkat kekuningan dendeng secara signifikan.

Hasil ini sedikit berbeda tetapi cukup sejalan dengan penelitian lain yang menemukan bahwa penurunan tingkat kekuningan roti secara signifikan terjadi ketika dilakukan penambahan tepung *yellow mealworm* sebanyak 10% dan 15% ((Gantner *et al.*, 2022)). Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa walaupun reaksi Maillard yang terjadi semakin intens akibat penambahan protein dari tepung *maggot* BSF, tetapi pengaruh pigmen eumelanin BSF lebih mendominasi sehingga menurunkan pengaruh warna kuning dari reaksi Maillard dendeng. Penambahan tepung *maggot* BSF sebanyak 5% menyebabkan warna dendeng yang dihasilkan jauh lebih hitam daripada penambahan sebanyak 0%, menghilangkan warna kuning kecoklatan khas produk hasil reaksi Maillard. Maka dari itu, penambahan tepung *maggot* BSF yang menghasilkan nilai b^* paling baik adalah sebanyak 0% karena dendeng yang dihasilkan masih memiliki karakteristik warna kuning yang lebih pekat.

Chromaticity

Rata-rata nilai *chromaticity* dendeng giling kambing pada perlakuan P0 hingga P3: 16,96; 15,66; 14,59; dan 14,36 (Tabel 1). Semakin tinggi nilainya, maka kepekatan warna suatu objek akan bertambah. Sebaliknya, semakin rendah nilainya, maka warna suatu objek akan semakin terlihat buram. *Chromaticity* juga mengindikasikan seberapa besar warna suatu objek dapat dibedakan dari warna abu-abu. Nilai *chromaticity* tertinggi terdapat pada perlakuan P0 (16,96) dan *chromaticity* terendah terdapat pada perlakuan P3 (14,36). Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa penambahan tepung *maggot* BSF memberikan pengaruh yang signifikan ($P < 0,05$) terhadap nilai *chromaticity* dendeng giling kambing. Hasil uji DMRT menunjukkan adanya perbedaan nyata antara perlakuan P0 dengan P1, P2, dan P3, tetapi tidak ada perbedaan nyata antara perlakuan P2 dengan P3. Hal ini berarti penambahan tepung *maggot* BSF sampai dengan 10% mengurangi kepekatan warna dendeng giling yang dihasilkan secara signifikan.

Hasil dari penelitian ini sejalan dengan penelitian lain yang mengatakan bahwa semakin tinggi konsentrasi tepung *maggot* BSF yang ditambahkan,

semakin menurunkan *chromaticity* dari *patty* (Bessa, 2021). Makanan dengan *chromaticity* yang tinggi memberikan kesan kesegaran dari makanan tersebut karena makanan yang telah melalui proses dekomposisi menghasilkan *chromaticity* yang rendah (Lee *et al.*, 2013). Maka dari itu, penambahan tepung *maggot* BSF yang menghasilkan nilai *chromaticity* paling baik adalah sebanyak 0% karena warna dendeng terlihat lebih pekat dan jelas, seperti warna dendeng pada umumnya.

Hue Angle

Rata-rata nilai *hue angle* dendeng giling kambing pada perlakuan P0 hingga P3: 1,29°; 1,28°; 1,31°; dan 1,34° (Tabel 1). *Hue angle* atau sudut rona menunjukkan rona suatu warna yang dominan pada suatu objek dan dinyatakan dalam derajat: 0° berarti merah, 90° kuning, 180° hijau, dan 270° biru (Ruedt *et al.*, 2023). Menurut (King *et al.*, 2022), *hue angle* atau sudut rona berguna untuk menunjukkan pergeseran warna seiring berjalannya waktu. Nilai *hue angle* tertinggi terdapat pada perlakuan P3 dan nilai *hue angle* terendah terdapat pada perlakuan P1. Menurut hasil yang diperoleh, nilai *hue angle* dalam penelitian menunjukkan kecenderungan dominansi warna merah karena berada tidak jauh dari sudut 0°. Perlakuan P3 mengalami pergeseran dari warna merah terbesar sebanyak 1,34°, sedangkan perlakuan P1 mengalami pergeseran dari warna merah terkecil sebanyak 1,28°.

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam, penambahan tepung *maggot* BSF memberikan pengaruh yang signifikan ($P < 0,05$) terhadap nilai *hue angle* dendeng giling kambing. Hasil uji DMRT menunjukkan pengaruh perlakuan P0 dengan P1 dan P2 tidak berbeda nyata terhadap *hue angle* dendeng, begitupula P2 dengan P3 tidak berbeda nyata terhadap *hue angle* dendeng. Akan tetapi, terdapat perbedaan nyata antara P0 dan P1 dengan P3. Hal ini berarti pergeseran warna dendeng tidak signifikan jika dilakukan penambahan tepung *maggot* BSF sampai dengan 5%. Penambahan tepung *maggot* BSF menyebabkan peningkatan nilai *hue angle* mengarah ke warna kuning. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pada penambahan sebanyak 15%, warna dominan merah pada dendeng yang didapatkan dari pigmen mioglobin daging kambing, berubah sepenuhnya menjadi jingga. Hasil ini juga sejalan dengan penelitian lain yang mengatakan bahwa semakin tinggi konsentrasi tepung *maggot* BSF yang ditambahkan, semakin meningkatkan *hue angle* dari *patty* (Bessa, 2021). Hal ini diduga terjadi karena penambahan *maggot* BSF meningkatkan kadar protein sampel sehingga membuat reaksi Maillard menjadi lebih intens (Zielińska *et al.*, 2021). Produk reaksi Maillard memiliki karakteristik warna kuning-coklat keemasan yang khas (Sun *et al.*, 2023; Liang *et al.*, 2024).

Pada industri makanan, *hue angle* digunakan oleh *quality control* untuk memastikan konsistensi

penampakan warna dari seluruh *batch* produk. *Hue angle* juga membantu ketika akan mengembangkan produk baru, yakni dalam membuat formulasi produk yang memenuhi warna tertentu sesuai ekspektasi. Pada penelitian lain dikatakan bahwa dendeng giling sapi memiliki warna merah (Setijawaty *et al.*, 2019). Warna merah pada *hue angle* merupakan 0°. Maka dari itu, penambahan tepung *maggot* BSF yang menghasilkan nilai *hue angle* paling baik adalah sebanyak 5% karena pergeseran warnanya yang paling sedikit dari warna merah dan lebih mendekati dengan warna dendeng pada umumnya.

SIMPULAN DAN REKOMENDASI

Disimpulkan (1) berbagai konsentrasi tepung *maggot* BSF memberikan pengaruh yang signifikan terhadap nilai pH dan warna, tetapi tidak berpengaruh signifikan terhadap rendemen dan keempukan dendeng daging kambing yang dihasilkan. Penambahan sampai dengan 10% menghasilkan nilai pH yang lebih tinggi secara signifikan, tetapi menghasilkan nilai L*, nilai b*, dan chromaticity yang lebih rendah secara signifikan. Nilai a* lebih rendah secara signifikan hanya jika dilakukan penambahan sebanyak 10%; dan (2) konsentrasi tepung *maggot* BSF yang paling optimal dalam pembuatan dendeng daging kambing adalah sebanyak 5% karena menghasilkan dendeng dengan rendemen terbesar serta nilai L*, nilai a*, nilai b*, dan *hue angle* yang mendekati dendeng giling kambing pada umumnya. Karakteristik dendeng giling kambing yang dihasilkan yakni rendemen sebanyak 85,17 %, pH 5,92, keempukan 20,90 N, L* (kecerahan) 38,86, a* (kemerahan) 4,42, b* (kekuningan) 15,02, chromaticity 15,66, dan *hue angle* 1,28°.

Penelitian lebih lanjut diperlukan mengenai kualitas kimia, mikrobiologi, dan organoleptik dari dendeng giling kambing yang diberikan penambahan tepung *maggot* BSF sebelum bisa dipastikan manfaat, kelayakan, dan keamanannya untuk dikonsumsi atau diperjualbelikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfaifi, B. M., Al-Ghamdi, S., Othman, M. B., Hobani, A. I., & Suliman, G. M. (2023). Advanced red meat cooking technologies and their effect on engineering and quality properties: A Review. *Foods*, 12(13), 1–26. <https://doi.org/10.3390/foods12132564>.
- Alugwu, S. U., Okonkwo, T. M., & Ngadi, M. O. (2022). Effect of different frying methods on cooking yield, tenderness and sensory properties of chicken breast meat. *Asian Food Science Journal*, 21(10), 1–14. <https://doi.org/10.9734/afsj/2022/v21i1030469>.
- Aung, S. H., Hossain, M. A., Park, J. Y., Choi, Y. S., & Nam, K. C. (2024). Development of semi-dried goat meat jerky using tenderizers considering the preferences of the elderly. *Journal of Animal Science and Technology*, 66(4), 807–833. <https://doi.org/10.5187/jast.2024.e85>.
- Bessa, L. W. (2021). *Black Soldier Fly (Hermetia illucens) larvae as an alternative ingredient in processed meat*. Tesis. Stellenbosch-Afrika Selatan: Stellenbosch University.
- Bessa, L. W., Pieterse, E., Sigge, G., & Hoffman, L. C. (2019). An exploratory study into the use of black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae in the production of a vienna-style sausage. *Meat and Muscle Biology*, 3(1), 289–298. <https://doi.org/10.22175/mmb2018.11.0038>
- [BPS] Badan Pusat Statistik. (2022). *Peternakan Dalam Angka Tahun 2022*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Choi, D. M., Kim, H. Y., & Lee, S. H. (2024). Study on ways to improve the quality of black goat meat jerky and reduce goaty flavor through various spices. *Food Science of Animal Resources*, 44(3), 635–650. <https://doi.org/10.5851/kosfa.2024.e8>.
- Choi, Y. S., Kim, T. K., Choi, H. D., Park, J. D., Sung, J. M., Jeon, K. H., Paik, H. D., & Kim, Y. B. (2017). Optimization of replacing pork meat with yellow worm (*Tenebrio molitor* L.) for frankfurters. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 37(5), 617–625. <https://doi.org/10.5851/kosfa.2017.37.5.617>
- El-Naggar, N. E. A., & Saber, W. I. A. (2022). Natural melanin: current trends, and future approaches, with especial reference to microbial source. *Polymers*, 14(7), 1–28. <https://doi.org/10.3390/polym14071339>.
- [FAO] Food and Agriculture Organization. (2013). *Edible insects: Future prospects for food and feed security*. Volume 171. Roma-Italia: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Feng, Y., Chen, X-M., Zhao, M., He, Z., Sun, L., Wang, C-Y., Ding, W-F. (2017). Edible insects in China: utilization and prospects. *Insect Science*, 25(2), 184–198. <https://doi.org/10.1111/1744-7917.12449>.
- Gantner, M., Kr, K., Piotrowska, A., Sionek, B., & Sadowska, A. (2022). *Microbiological Qualities of the End-Product*. <https://doi.org/10.3390/molecules27196155>.
- Gawat, M., Boland, M., Singh, J., & Kaur, L. (2023). Goat meat: production and quality attributes. *Foods*, 12(16), 1–15. <https://doi.org/10.3390/foods12163130>.
- Gkinali, AA., Matsakidou, A., Vasileiou, E., & Paraskevopoulou, A. (2022). Potentiality of tenebrio molitor larva-based ingredients for the food industry: A review. *Trends in Food*

- Science & Technology*, 112, 495-507.
<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.11.024>.
- Handayani, B. R., Werdiningsih, W., Rahayu, T. I., & Fajri, A. Z. (2023, January). Properties of ready to eat ground beef jerky with the addition of tapioca flour. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 2586, No. 1). AIP Publishing. <https://doi.org/10.1063/5.0111168>.
- Hamad, B., Hadeif, L., & Bellabidi, M. (2024). Motivations and obstacles to goat meat consumption willingness: exploring influencing factors related to consumer habits and awareness. *Cogent Food & Agriculture*, 10(1), 2303824.
<https://doi.org/10.1080/23311932.2024.2303824>.
- Hidayat, N., Anggarini, S., Sunyoto, N. M. S., Fitri, L. E., Suhartini, S., Rohma, N. A., ... & Pratama, A. P. A. (2024). Bioconversion of black soldier fly (*Hermetia illucens*) on agricultural waste: Potential source of protein and lipid, the application (A mini-review). *Advances in Food Science, Sustainable Agriculture and Agroindustrial Engineering (AFSSAAE)*, 7(1), 78-92.
<https://doi.org/10.21776/ub.afssae.2024.007.01.8>.
- Kim, T.K., Lee, M. H., Yong, H. I., Jung, S., Paik, H., Jang, H. W., & Choi, Y. (2020). Effect of interaction between mealworm protein and myofibrillar protein on the rheological properties emulsion systems. *Foods*, 9(1443), 1–14. <https://doi.org/10.3390/foods9101443>.
- King, D. A., Hunt, M. C., Barbut, S., Claus, J. R., Cornforth, D. P., Joseph, P., Brad Kim, Y. H., Lindahl, G., Mancini, R. A., Nair, M. N., Merok, K. J., Milkowski, A., Mohan, A., Pohlman, F., Ramanathan, R., Raines, C. R., Seyfert, M., Sørheim, O., Suman, S. P., & Weber, M. (2022). American meat science association guidelines for meat color measurement. *Meat and Muscle Biology*, 6(4), 1–81. <https://doi.org/10.22175/mmb.12473>.
- Koutsos, E., Modica, B., & Freel, T. (2022). Immunomodulatory potential of black soldier fly larvae: applications beyond nutrition in animal feeding programs. *Translational Animal Science*, 6(3), 1–9.
<https://doi.org/10.1093/tas/txac084>.
- Krongdang, S., Phokasem, P., Venkatachalam, K., & Charoenphun N. (2023). Edible insects in thailand: an overview of status, properties, processing, and utilization in the food industry. *Foods*, 12(11), 2162.
<https://doi.org/10.3390/foods12112162>.
- Lee, S. M., Lee, K. T., Lee, S. H., & Song, J. K. (2013). Origin of human colour preference for food. *Journal of Food Engineering*, 119(3), 508–515.
<https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2013.06.021>.
- Lemke, B., Siekmann, L., Grabowski, N. T., Plötz, M., & Krischek, C. (2023). Impact of the addition of *tenebrio molitor* and *hermetia illucens* on the physicochemical and sensory quality of cooked meat products. *Insects*, 14(5).
<https://doi.org/10.3390/insects14050487>.
- Lemma, B. B., Lee, J. H., Kannan, G., & Kouakou, B. (2022). Natural preservative properties of raisins in restructured goat meat (chevon) jerky. *International Journal of Food Properties*, 25(1), 1736–1752.
<https://doi.org/10.1080/10942912.2022.2104869>.
- Liang, H. Y., Gao, H. X., Jing, Z., He, Q., & Zeng, W. C. (2024). Regulation of tea polyphenols in gluten-glucose maillard reaction: evaluation and analysis. *Lwt*, 205(May), 116508.
<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2024.116508>.
- Nirmala, I. R., Trees, Suwarni, & Pramono, M. S. (2017). Sago worms as a nutritious traditional and alternative food for rural children in Southeast Sulawesi, Indonesia. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, 26(Suppl 1), S40-S49. <https://doi.org/10.6133/apjcn.062017.s4>.
- Nithyalakshmi, V., & Preetha, R. (2015). Effect of cooking conditions on physico-chemical and textural properties of emu (*Dromaius novaehollandiae*) meat. *International Food Research Journal*, 22(5), 1924–1930.
<https://scispace.com/papers/effect-of-cooking-conditions-on-physico-chemical-and-5d8huzmw0s>.
- Novrini, S. (2020). Mutu beras jagung analog dengan penambahan beberapa jenis tepung jagung. *Jurnal Ilmu Pertanian*, 8(3), 267–271. <https://jurnal.uisu.ac.id/index.php/agriland/article/view/3364>.
- Paulin, I. G. & Purwanto, M. G. M. (2020). Nutritional characteristics of teak grasshopper (*Valanga nigricornis burmeister*), cricket (*Brachytrupes portentosus* L.), and mealworm (*Tenebrio molitor*) as alternative food sources in Indonesia. *Indonesian Journal of Biotechnology and Biodiversity*, 4(1), 52–61. <https://doi.org/10.47007/ijobb.v4i1.62>.
- Pratama, A. W. (2019). Perbedaan penurunan nilai a*, b* dan l* pada daging ayam broiler (*Gallus domesticus*) akibat ozonasi dan perebusan. *Pasundan Food Technology Journal*, 6(2), 86.
<https://doi.org/10.23969/pftj.v6i2.1327>.
- Putri, S., A. (2024). Inovasi dendeng giling daging sapi dengan proporsi kacang merah (*Phaseolus vulgaris* L.). *Jurnal Cahaya Mandalika*, 3(1), 400-417.
<https://doi.org/10.36312/jcm.v5i3.3391>.
- Rosyadi, M. A., Purnamasari, D. K., Erwan, E., Sumiati, S., Wiryawan, K. G., Syamsuhaidi, S.,

- & Maslami, V. (2024). Komposisi nutrisi maggot yang dibudidayakan pada media berbasis limbah telur infertil dan ampas tahu. *Jurnal Sains Teknologi & Lingkungan*, 10(1), 118-128. <https://doi.org/10.29303/jstl.v10i1.572>.
- Ruedt, C., Gibis, M., & Weiss, J. (2023). Meat color and iridescence: origin, analysis, and approaches to modulation. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 22(4), 3366–3394. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.13191>.
- Setijawaty, E., Indarto, T., Suseno, P., & Andriani, T. (2019). Kajian proporsi daging sapi dan wortel (*Daucus carota l.*) terhadap karakteristik tekstur, warna dan sensoris dendeng giling oven. *Jurnal Teknologi Pangan dan Gizi*, 18(2), 112–118. <https://doi.org/10.33508/jtpg.v18i2.2158>.
- Setyawati, A. R., & Magfirah, A. (2024). Potensi serangga sebagai pangan fungsional untuk peningkatan kesehatan dan ketahanan pangan di Indonesia: Literature Review. *Journal of Nutrition College*, 13(4), 347-358. <https://doi.org/10.14710/jnc.v13i4.42107>.
- Sipahutar, Y. H., Agustin, I. W., & Arif, G. A. F. (2023). Karakteristik mutu, rendemen dan sanitasi pengolahan abon ikan lele dumbo (*clarias gariepinus*) di Unit Mikro Kecil Menengah (UMKM) Rumah Abon Madiun, Kabupaten Madiun. *Jurnal Bluefin Fisheries*, 5(1), 2. https://www.researchgate.net/publication/381410007_Karakteristik_Mutu_Rendemen_dan_Sanitasi_Pengolahan_Abon_Ikan_Lele_Dumbo_Clarias_gariepinus_di_Unit_Mikro_Kecil_Menengah_UMKM_Rumah_Abon_Madiun_Kabupaten_Madiun.
- Sun, L., Wang, D., Huang, Z., Elfalleh, W., Qin, L., & Yu, D. (2023). Structure and flavor characteristics of Maillard reaction products derived from soybean meal hydrolysates-reducing sugars. *Lwt*, 185(April), 115097. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2023.115097>.
- Ushakova, N. A., Dontsov, A. E., Sakina, N. L., Brodsky, E. S., Ratnikova, I. A., Gavrilova, N. N., Bastrakov, A. I., Kozlova, A. A., & Nekrasov, R. V. (2017). Melanin properties at the different stages towards life cycle of the fly *Hermetia illucens*. *Ukrainian Journal of Ecology*, 7(4), 424–431. https://doi.org/10.15421/2017_137.
- Zielińska, E., Pankiewicz, U., & Sujka, M. (2021). Nutritional, physiochemical, and biological value of muffins enriched with edible insects flour. *Antioxidants*, 10(7). <https://doi.org/10.3390/antiox10071122>.

Available online at journal homepage: <http://ojs3.unpatti.ac.id/index.php/agrinimal>