

PENGARUH VARIASI PENAMBAHAN *FILLER* MOCAF TERHADAP TEKSTUR DAN WARNA DAGING ANALOG BERBAHAN DASAR TEPUNG TEMPE EDAMAME (*Glycin max* L. Merrill)

*Effect of Variations in the Addition of Mocaf Filler on the Texture and Color of Analog Meat Based on Tempeh Edamame (*Glycin max* L. Merrill) Flour*

Puan Aisyah Khairunnisa*, Aan Sofyan

Program Studi Ilmu Gizi, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Surakarta. Jl. A. Yani, Mendungan, Pabelan, Kec. Kartasura, Kabupaten Sukoharjo, Jawa Tengah 57162

**)Penulis korespondensi: aisyahpuan@gmail.com*

Submisi 13-03-2025; Penerimaan 28-03-2025; Dipublikasikan 01-06-2025

ABSTRAK

Daging analog merupakan daging tiruan yang dibuat dengan menggunakan protein nabati sebagai bahan dasarnya, namun memiliki karakteristik yang mirip dengan daging asli. Edamame berpotensi digunakan sebagai bahan baku daging analog karena kandungan proteinnya yang tinggi. Edamame ini juga dapat diolah menjadi tempe untuk meningkatkan karakteristik sensorisnya. Tujuan penelitian ini adalah untuk mempelajari pengolahan daging analog dari tepung tempe edamame dengan penambahan mocaf. Penelitian ini adalah percobaan faktor tunggal yang disusun dalam Rancangan Acak Lengkap dengan dua kali pengulangan. Level perlakuan yang dicobakan adalah penambahan mocaf 0, 5, dan 10%. Data dianalisis dengan ANOVA dilanjutkan dengan *Duncan Multiple Range Test*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan mocaf pada pembuatan daging analog berbasis tepung tempe edamame berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap tekstur *cohesiveness* dan warna L^* , a^* , dan b^* , namun tidak untuk tekstur *hardness*, *adhesiveness*, *gumminess*, dan *chewiness*. Semakin banyak tepung mocaf yang digunakan, maka tekstur daging analog yang dihasilkan akan semakin kompak (*cohesive*), berwarna semakin gelap warna merah-kuning (kecokelatan) dari daging analognya karena adanya reaksi Maillard.

Kata kunci : daging analog, edamame, tempe, mocaf

ABSTRACT

Analog meat is artificial meat made using vegetable protein as the base ingredient but has similar characteristics to original meat. Edamame has the potential to be used as a raw material for analog meat due to its high protein content. This edamame can also be processed into tempeh to improve its sensory characteristics. The purpose of this study is to study the processing of meat analogues from tempeh edamame flour with the addition of mocaf. This study was a single-factor experiment arranged in a Complete Random Design with two iterations. The level of treatment tried was the addition of 0, 5, and 10% mocaf. The data was analyzed with ANOVA followed by the Duncan Multiple Range Test. The results showed that the addition of mocaf in the processing of edamame tempeh flour-based analogue meat significantly affected ($p < 0.05$) the texture of cohesiveness and color L^ , a^* , and b^* , but not on the texture of hardness, adhesiveness, gumminess, and chewiness. The more mocaf used, the more compact (cohesive) the texture of the analogue meat produced, and darker red-yellow color (browning) of the analog meat due to the Maillard reaction.*

Keywords: Analog meat, edamame, mocaf flour, texture, color

PENDAHULUAN

Daging merupakan jaringan otot hewan yang terdiri dari air, lemak, protein, karbohidrat, vitamin, dan mineral (Thohari et

al., 2017). Konsumsi daging secara berlebihan memiliki kekurangan dan efek negatif terhadap kesehatan, yaitu tingginya kadar kolesterol (74 mg/100 g) dan asam lemak jenuh pada daging merah seperti daging sapi

yang dapat mengakibatkan seseorang mengalami aterosklerosis dan penyakit degeneratif seperti hipertensi, stroke, dan serangan jantung (Tiven dan Simanjorang, 2022). Pada dekade terakhir abad ke-20, berbagai jenis alternatif daging yang mengandung biji-bijian (lentil), kacang-kacangan, atau jamur sebagai sumber protein mulai diminati masyarakat (Michel et al., 2021).

Produk daging buatan atau tiruan yang diolah dari protein nabati disebut sebagai daging analog yang mana memiliki karakteristik menyerupai daging asli, termasuk dalam hal tekstur, penampilan, warna, dan rasa (Riyanto et al., 2022). Christie et al. (2018) melaporkan bahwa daging analog dengan substitusi tepung jagung menghasilkan kadar protein 12,71-18,73%, kadar lemak 0,24-0,43%, dan karbohidrat 21,38-24,54% dengan warna daging yang agak kekuningan serta tekstur yang tidak empuk dan tidak kenyal.

Kacang merah dan kacang kedelai telah digunakan dalam pembuatan daging analog berbahan dasar kacang-kacangan (Jayanti et al., 2023; Siregar et al., 2022). Penelitian ini mencoba inovasi pembuatan daging analog dengan bahan baku tepung tempe edamame. Hal ini karena kandungan protein edamame yang tinggi, 36% lebih tinggi dibandingkan dengan kedelai, serta mengandung asam amino esensial untuk tubuh. Selain itu, edamame juga bebas dari kolesterol, kadar lemak jenuh yang kecil, kaya akan serat, serta adanya kandungan vitamin C dan B, kalsium, zat besi, dan asam folat (Rosiana dan Amareta, 2016).

Kandungan gizi yang terdapat pada 100 g kacang edamame adalah 121 kkal energi, 11,6 g protein, 5,2 g lemak, dan 8,91 g karbohidrat (US Agricultural Research Service, 2019). Edamame dapat diolah menjadi pangan olahan seperti tepung sebagai bahan baku pembuatan kue kering, puding, dan produk pangan lainnya (Siregar et al., 2023). Salah satu pangan olahan edamame adalah tempe edamame melalui proses fermentasi (Faradilla et al., 2022). Penggunaan tempe edamame sebagai bahan pembuatan daging analog karena memiliki cita rasa yang mirip dengan daging dan adanya kandungan protein nabati sebagai pengganti protein

hewani (Bidaya et al., 2018). Selain itu, kelebihan tempe dibandingkan kedelai biasa adalah kandungan isoflavon dan protein yang lebih mudah dicerna dan kandungan asam fitat dan trypsin inhibitor atau antinutrisi yang lebih sedikit (Rahmah dan Handayani, 2018).

Proses fermentasi pada pembuatan tempe dapat mengubah karakteristik organoleptiknya menjadi tidak disukai sehingga diperlukan pengolahan lebih lanjut menjadi tepung tempe untuk memanfaatkan protein dalam tempe secara maksimal (Puteri et al., 2017). Penelitian ini juga menggunakan tepung mocaf sebagai *filler* pada daging analog untuk dapat membantu memperbaiki sifat fisik (tekstur dan warna) serta kimia yang dihasilkan. Berdasarkan penelitian oleh Kusumanegara et al. (2012) penggunaan *filler* tepung mocaf (20%) dapat meningkatkan daya ikat air, menurunkan keempukan, dan tekstur yang lebih kompak dan halus pada *nugget* ampela yang diproduksi.

Kandungan yang terdapat pada 100 g tepung mocaf adalah 350 kkal energi, 1,2 g protein, 0,6 g lemak, dan 85 g karbohidrat (Kemenkes RI, 2018). Kelebihan tepung mocaf jika digunakan sebagai *filler* pada pembuatan suatu produk adalah adanya kemampuannya mengikat air, meningkatkan daya ikat air, dan menjaga stabilitas emulsi (Jayanti et al., 2023). Oleh karena itu, pada penelitian ini penggunaan *filler* tepung mocaf diharapkan dapat memperbaiki sifat fisikokimia pada pembuatan daging analog. Sifat fisik pada suatu produk berperan sangat penting karena akan menjadi aspek yang pertama kali dinilai konsumen. Hal ini dikarenakan penilaian sifat fisik cepat dipahami dan tidak sesulit penilaian sifat kimia, mikrobiologi, ataupun kandungan gizi (Kusuma et al., 2017).

Bintoro et al. (2023) melaporkan bahwa kadar protein daging analog berbasis jamur shiitake berbanding lurus dengan jumlah tepung tempe yang ditambahkan. Jumlah protein ini akan berdampak pada tekstur daging analog, di mana proses gelasi yang terjadi dapat menghasilkan tekstur yang lebih padat. Selain itu, peningkatan jumlah tepung tempe yang ditambahkan juga berpengaruh pada perubahan warna daging analog, dengan menghasilkan warna yang lebih cerah dan lebih diminati konsumen. Sejauh ini, belum

ada informasi mengenai pembuatan daging analog berbasis tepung tempe edamame dengan penambahan *filler* tepung mocaf belum dilakukan oleh peneliti lain. Oleh karena itu, diperlukan pengkajian lebih lanjut. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh variasi penambahan *filler* tepung mocaf terhadap tekstur dan warna daging analog berbahan dasar tepung tempe edamame.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah edamame yang didapatkan dari *supermarket* di daerah Surakarta Jawa Tengah, ragi (Raprima), tepung mocaf (Rumah mocaf, mocafine), ISP (Food grade), STTP (Food grade), *emulsifier* (baker's Bonus A), bubuk angkak (Top-Ho), *baking powder* (R&W), karagenan (KRI-02), *cocoa butter* (Food grade), air, dan es batu.

Rancangan Percobaan dan Analisa Data

Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimental faktor tunggal (penambahan mocaf) dengan rancangan penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan tiga level perlakuan, termasuk salah satunya adalah kontrol. Variasi penambahan mocaf adalah 0, 5, dan 10%. Masing-masing perlakuan dilakukan dua kali pengulangan. Data dianalisis menggunakan *SPSS*. Uji yang digunakan adalah *One-Way Anova* dilanjutkan dengan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT).

Prosedur Penelitian

Persiapan bahan dimulai dengan pembuatan tempe edamame dan penepungan tempe yang dilakukan mengacu pada metode yang disarankan oleh Kanetro (2017), begitu pula dengan pembuatan daging analognya.

Pembuatan Tempe Edamame

Pembuatan tempe edamame dimulai dengan dikupasnya kulit edamame dan ditimbang hingga edamame mencapai 1 kg, kemudian dicuci dan direbus selama 30 menit. Edamame direndam selama 12 jam, setelahnya kulit ari dikupas dan dikupas kembali edamame selama 20 menit. Fermentasi dilakukan dengan penambahan 2 g ragi per 1 kg edamame dan edamame dikemas ke dalam

plastik yang telah dilubangi, dan didiamkan selama 48 jam pada suhu ruang (25°C).

Pembuatan Tepung Tempe Edamame

Tempe edamame diiris dengan ketebalan 0,5 cm, kemudian dikukus selama 10 menit. Setelah itu, tempe edamame dikeringkan di bawah sinar matahari selama 8 jam hingga kering dan renyah saat dipatahkan. Selanjutnya, tempe edamame digiling dengan *grinder* (FOMAC FCT-Z200, Indonesia) dan tepung tempe edamame dihaluskan dengan menggunakan *shieve shaker* dan ayakan *mesh* 60.

Pembuatan Daging Analog

Komposisi bahan yang digunakan dalam pembuatan daging analog adalah 100 g tepung tempe edamame, 15 g isolate soy protein, 10 g es batu, dan masing-masing 1 g *Sodium tripolyphosphate* (STTP) *emulsifier*, angkak, *baking powder*, karagenan, dan *cocoa butter*. Penambahan mocaf yang dicobakan adalah 0, 5 dan 10 g.

Pembuatan daging analog dimulai dengan mencampurkan tepung tempe edamame, tepung mocaf, ISP, STTP *emulsifier*, angkak, *baking powder*, karagenan, dan *cocoa butter* dan diaduk hingga rata. Kemudian, adonan dimasukkan ke dalam *chopper* dan ditambahkan es batu sedikit demi sedikit hingga adonan kalis. Adonan dibentuk menjadi bulat dan didiamkan di dalam kulkas selama 10 menit, selanjutnya dipipihkan dan adonan daging analog dicetak menjadi bentuk bulat dengan diameter 4 cm dan ketebalan 1 cm. Adonan daging analog dikukus dengan suhu 100°C selama 45 menit dan didiamkan hingga suhu daging analog sama dengan suhu ruang.

Prosedur Analisis

Uji Tekstur

Pengujian warna ini mengacu pada Cho et al. (2023) Tekstur daging analog diuji dengan menggunakan alat *Texture Analyzer AMETEK Lloyd Type TA1 (USA)* (AMETEK Lloyd, 2013). Daging analog dipotong dengan ukuran 2x2x2 cm dan diuji menggunakan *probe* silinder dengan kekuatan kompres 50% dari tinggi awalnya dan kecepatan 0,5 mm/s. Parameter yang dihasilkan berupa kekerasan (*hardness*), kohesivitas (*cohesiveness*), adhesif (*adhesiveness*), kekenyalan (*gumminess*), dan daya kunyah (*chewiness*).

Uji Warna

Pengujian warna ini mengacu pada Bakhsh et al. (2021). Warna daging analog diuji menggunakan alat *Colorimeter Amstat AMT507 (Indonesia)*, dilakukan kalibrasi dan tipe pengukuran L^* , a^* , b^* .

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tekstur

Penambahan mocaf memberikan pengaruh nyata ($p < 0,05$) hanya terhadap

tekstur *cohesiveness* daging analog dari tepung tempe edamame, namun tidak untuk *hardness*, *adhesiveness*, *gumminess*, dan *chewiness* ($p > 0,05$) (Tabel 2.). Hal ini berbeda dengan penelitian oleh Jayanti et al (2023) yang menyatakan bahwa tepung mocaf dapat mempengaruhi tekstur (*hardness*, *cohesiveness*, dan *springiness*) pada pembuatan *nugget* ikan baji-baji menjadi lebih lunak dan tidak kompak karena kandungan amilosa yang lebih rendah dibandingkan dengan kadar amilopektinnya.

Tabel 1. Pengaruh penambahan mocaf terhadap tekstur daging analog berbahan dasar kacang edamame

Tekstur	Penambahan Mocaf (%)			Nilai p
	0	5	10	
<i>Hardness</i> (N)	84,07±7,88	81,74±30,09	76,47±9,13	0,84
<i>Cohesiveness</i>	0,24±0,03 ^a	0,32±0,03 ^b	0,32±0,01 ^b	0,00
<i>Adhesiveness</i> (Nmm)	5,00±0,56	6,90±4,60	2,58±2,78	0,20
<i>Gumminess</i> (N)	21,38±4,35	26,56±10,27	24,84±2,29	0,54
<i>Chewiness</i> (N)	13,27±2,76	17,31±7,06	16,32±1,33	0,44

Keterangan: Data (mean±SD) diperoleh dari dua ulangan. Data dianalisis dengan ANOVA. Data pada baris yang sama yang diikuti oleh huruf superskrip yang berbeda menunjukkan berbeda nyata (DMRT, $p < 0,05$).

Hardness

Nilai *hardness* merupakan tekanan maksimum saat gigitan pertama (De Angelis et al., 2020). Patriani and Rosadi (2023) melaporkan bahwa tepung mocaf dapat menyebabkan kandungan pati menjadi gel yang lebih tinggi, sehingga lebih banyak gel terbentuk saat dipanaskan yang menyebabkan *patty* daging sapi (*beef*) dengan substitusi tepung mocaf dan *bread crumbs* menjadi lebih keras.

Kandungan pati dalam tepung mocaf terdiri dari amilosa dan amilopektin dengan 11,07% amilosa dan 88,93% amilopektin (Indrianti et al., 2013). Kandungan amilosa yang rendah dalam tepung mocaf menyebabkan proses retrogradasi tidak berlangsung secara optimal. Selama proses pemasakan, air diserap dan menggantikan ikatan hidrogen antara molekul pati dengan ikatan antara pati dan molekul air. Akibatnya, molekul pati mengalami pengembangan dan larut sehingga menghasilkan tekstur yang lebih lunak dan menurunkan tingkat kekerasan (*hardness*) (Jayanti et al., 2023). Kadar air dalam sampel juga menjadi faktor yang mempengaruhi nilai *hardness* atau kekerasan suatu produk dimana nilai *hardness* akan menurun dengan semakin tingginya kadar air dalam sampel (Amanah et al., 2019).

Cohesiveness

Nilai *cohesiveness* merupakan luas area tekanan selama kompresi kedua dibagi luas area tekanan selama kompresi pertama (De Angelis et al., 2020). Hal ini tidak sejalan dengan penelitian oleh Jayanti et al (2023) yang menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi tepung mocaf yang digunakan akan mengakibatkan penurunan nilai *cohesiveness* pada *nugget* ikan yang dihasilkan. Hal ini dapat dikarenakan perbedaan bahan dasar yang digunakan dimana ikan baji-baji tidak memiliki kandungan pati (amilopektin ataupun amilosa) dibandingkan dengan daging analog yang menggunakan bahan dasar tepung tempe edamame.

Edamame memiliki kandungan pati berupa amilopektin dan amilosa (19-22%) (Stevenson et al., 2006), sedangkan tepung mocaf memiliki kandungan amilopektin (88,93%) dan amilosa (11,07%) (Indrianti et al., 2013). Pati pada umumnya memiliki gel kohesif, struktur lemah, suhu gelatinisasi tinggi, kemampuan yang tinggi untuk membentuk gel dalam suspensi pati, dan retensi air yang rendah pada suhu rendah (Jambormias et al., 2024). Amilopektin bersifat kohesif dan dapat merangsang

terjadinya proses mekar (*puffing*) dimana jika bahan pangan memiliki kadar amilopektin yang lebih tinggi maka akan menghasilkan produk pangan yang ringan, garing, dan renyah, sedangkan jika amilosa yang lebih tinggi dibandingkan dengan kadar amilopektinnya pada bahan pangan akan menghasilkan produk pangan yang keras dan pejal karena proses mekarnya terbatas (Pramesti et al., 2015).

Adhesiveness

Nilai *adhesiveness* merupakan kekuatan yang dibutuhkan untuk mengatasi tarik-menarik yang terjadi antara permukaan makanan dengan permukaan bahan lain atau untuk melepaskan materi yang menempel di mulut (Fitriyani et al., 2017). Menurut Li et al (2017) nilai *adhesiveness* atau kelengketan berbanding terbalik dengan kadar amilosa, semakin tinggi kadar amilosa maka nilai adhesif akan semakin menurun.

Selain itu, faktor yang dapat mempengaruhi nilai adhesif adalah kekerasan permukaan produk, menurut Noren et al (2019) kekerasan permukaan memengaruhi gaya gesek dan tingkat kelengketan (adhesif) sampel. Lebih lanjut Noren et al (2019) menjelaskan bahwa hal ini didasarkan pada teori penguncian mekanis (*theory of mechanical interlocking*) dimana kemampuan makanan untuk menembus rongga dan mengalir di sekitar kekerasan permukaan sampel menentukan kekuatan atau nilai adhesi sehingga menghasilkan sifat lengket.

Gumminess

Nilai *gumminess* merupakan energi yang diperlukan untuk mengubah makanan semi padat menjadi bentuk yang dapat ditelan. Nilai *gumminess* bergantung pada tingkat kekerasan (*hardness*) yang rendah dan kohesivitas (*cohesiveness*) yang tinggi (Fitriyani et al., 2017). *Gumminess* merupakan hasil perkalian antara kekerasan (*hardness*) dan kohesivitas (*cohesiveness*), oleh karena itu nilai *gumminess* akan meningkat seiring dengan peningkatan nilai kekerasan, kohesivitas, dan kekenyalan (Barak et al., 2014). Kadar amilosa pada tepung mocaf adalah sebesar 11,07% (Indrianti et al., 2013), sedangkan kadar amilosa pada edamame adalah sebesar 19-22% (Stevenson et al., 2006).

Kandungan amilosa yang rendah dapat menghasilkan struktur gel yang kurang kuat, meningkatkan jumlah zat padat terlarut, dan nilai *gumminess* lebih tinggi (Khotimah et al., 2024). *Gumminess* juga dapat terjadi karena molekul amilopektin membentuk daerah amorf atau kurang kompak yang mempermudah air, enzim, dan bahan kimia untuk masuk (Fitriyani et al., 2017).

Chewiness

Nilai *chewiness* merupakan jumlah energi yang diperlukan untuk mengunyah makanan terutama makanan semi padat sampai siap ditelan atau secara sederhana, *chewiness* dapat diartikan sebagai daya kunyah suatu makanan (Azizaah et al., 2022). Penggunaan edamame yang tinggi protein pada pembuatan daging analog dapat mempengaruhi tekstur *chewiness* yang dihasilkan. Menurut Supriatna et al (2020) nilai daya kunyah (*chewiness*) memiliki hubungan positif dengan kadar protein, nilai kekerasan (*hardness*), dan nilai kohesivitas (*cohesiveness*) dimana kadar protein yang tinggi dalam produk tahu akan meningkatkan nilai kekerasan (*hardness*) dan padat atau kohesif (*cohesiveness*), serta semakin besar pula energi yang diperlukan untuk mengunyahnya.

Selain itu, semakin besar nilai kekerasan suatu produk maka diperlukan semakin banyak energi untuk mengunyah bahan pangan tersebut hingga mencapai keadaan siap di telan atau nilai *chewiness* juga akan meningkat karena hasil kali antara kekerasan, kohesif, dan elastisitas yang akan menghasilkan nilai daya kunyah atau *chewiness* (Palupi et al., 2020).

Warna

Penambahan mocaf memberikan pengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap nilai komponen karakteristik warna (L^* , a^* , dan b^*) daging analog dari tepung tempe kacang edamame (Tabel 3.). Hal ini sejalan dengan penelitian Priyatnasari et al (2024) yang menunjukkan hasil analisis bahwa perlakuan penambahan belalang memberikan pengaruh yang signifikan terhadap tingkat warna L^* , a^* , dan b^* daging analog. Semakin besar variasi belalang yang ditambahkan, maka semakin kecil nilai kecerahan, yang berarti warna produk menjadi lebih gelap. Hal ini

disebabkan oleh reaksi antara daging belalang dengan bahan lainnya yang menghasilkan proses pencoklatan secara enzimatis.

Tabel 2. Pengaruh penambahan mocaf terhadap nilai komponen karakteristik warna daging analog berbahan dasar kacang edamame

Karakteristik warna	Penambahan mocaf (%)			Nilai p
	0	5	10	
L*	38,57±1,08 ^a	34,47±1,11 ^b	36,62±1,19 ^c	0,00
a*	14,37±0,61 ^a	13,30±0,58 ^b	13,22±0,64 ^b	0,04
b*	15,87±0,27 ^a	13,30±0,93 ^b	13,60±0,48 ^b	0,00

Keterangan: Data (mean±SD) diperoleh dari dua ulangan. Data dianalisis dengan ANOVA. Data pada baris yang sama yang diikuti oleh huruf superskrip yang berbeda menunjukkan berbeda nyata (DMRT, $p < 0,05$).

Kecerahan L*

Nilai L* merupakan pengukuran mengenai cahaya yang dipantulkan dan diserap sampel. Skala warna abu-abu mulai dari 0-100 secara bertahap dari hitam hingga putih (Varzakas and Tzia, 2015). Hasil ini sejalan dengan penelitian oleh Natasasmita et al. (2023) dimana nilai L* tertinggi berada pada boba tanpa penambahan tepung mocaf (0%). Menurut Pratama et al. (2020) kandungan amilosa pada tepung mocaf dapat menyebabkan tingkat kecerahan atau nilai L* pada produk menurun sehingga produk menjadi lebih gelap. Kadar amilosa pada tepung mocaf adalah sebesar 11,07% (Indrianti et al., 2013), sedangkan kadar amilosa pada edamame adalah sebesar 19-22% (Stevenson et al., 2006).

Faktor lain yang dapat mempengaruhi nilai L* adalah penggunaan edamame sebagai bahan dasar pembuatan daging analog. Menurut Rosiana and Amareta (2016), komponen warna dari edamame akan terhidrolisis sehingga menghasilkan warna *yoghurt* edamame yang semakin cerah. Hal ini menunjukkan hasil daging analog dengan warna paling cerah adalah pada daging analog tanpa penambahan tepung mocaf (0%) dan paling gelap pada daging analog dengan penambahan tepung mocaf 5%.

Kemerahan a*

Nilai a* positif merupakan bagian dari nuansa kemerahan dari suatu produk (Varzakas and Tzia, 2015). Hal ini tidak sejalan dengan penelitian oleh Artina et al. (2023) yang menyatakan bahwa semakin sedikit tepung mocaf yang ditambahkan saat membuat *crackers* dengan tepung mocaf dan

tepung kacang tunggak, maka semakin rendah nilai a* atau kemerahannya. Hal ini dapat berbeda karena adanya perbedaan bahan yang digunakan, dimana kacang tunggak memiliki warna yang cokelat kemerahan dibandingkan dengan edamame yang lebih berwarna hijau. Menurut Santi et al (2017) perubahan warna dapat dipengaruhi oleh reaksi *maillard* yang merupakan proses interaksi antara gugus hidroksil glikosidik pada gula pereduksi dengan gugus amino, peptida, atau protein. Reaksi ini berlangsung ketika bahan yang memiliki kandungan gula dan protein tinggi mengalami pemanasan dan menyebabkan perubahan warna produk menjadi kecokelatan.

Kadar protein pada tepung mocaf adalah sebesar 1,93% dan karbohidrat sebesar 85,93% (Iswari et al., 2016), sedangkan protein pada tepung edamame adalah sebesar 37,41% dan karbohidrat sebesar 31,76% (Pinasti et al., 2020), kemudian protein pada tempe edamame adalah sebesar 48,28% (Faradilla et al, 2022) dan karbohidrat sebesar 10,05% (Elastio, 2020). Kandungan inilah yang dapat menyebabkan terjadinya reaksi *Maillard* pada daging analog (Anggraini and Yuniarta, 2015). Angka a* positif menunjukkan bahwa produk daging analog yang dihasilkan berwarna merah yang dapat disebabkan oleh penggunaan angkak pada pembuatan daging analog. Angkak mengandung pigmen merah yang dihasilkan oleh ragi dari genus *Monascus*. Selama proses fermentasi, ragi *Monascus* membentuk dua jenis pigmen merah, yaitu rubripunctamin ($C_{21}H_{23}NO_4$) dan monascorubramin ($C_{23}H_{27}NO_4$) (Bruno et al., 2018).

Kekuningan b*

Nilai b* positif merupakan bagian dari nuansa kekuningan dari suatu produk (Varzakas and Tzia, 2015). Kandungan gula dan protein yang tinggi dapat menyebabkan terjadinya reaksi *maillard* (Anggraini and Yunianta, 2015). Kadar protein pada tepung mocaf adalah sebesar 1,93% dan karbohidrat sebesar 85,93% (Iswari et al., 2016), sedangkan protein pada tepung edamame adalah sebesar 37,41% dan karbohidrat sebesar 31,76% (Pinasti et al., 2020), kemudian protein pada tempe edamame adalah sebesar 48,28% (Faradilla et al, 2022) dan karbohidrat sebesar 10,05% (Elastio, 2020).

Reaksi *maillard* terjadi melalui proses penguraian gula pereduksi menjadi asam-asam organik yang dapat menyebabkan perubahan warna pada bahan menjadi berwarna kecokelatan (Putri et al., 2018). Hasil warna kecokelatan juga dapat dipengaruhi oleh senyawa nitrogen yang sebagian besarnya adalah asam amino bebas dan peptida melalui reaksi pencokelatan non enzimatis (Pratama et al., 2020). Interaksi antara gugus amino dan gula pereduksi dalam sari edamame menyebabkan perubahan warna yang ditandai dengan penurunan derajat kecerahan L* dan kekuningan b*, serta peningkatan derajat kemerahan a* (Anggraini and Yunianta, 2015).

Angka b* positif menunjukkan hasil bahwa daging analog berwarna kekuningan. Selain reaksi *Maillard*, penggunaan angkak pada pembuatan daging analog juga dapat menghasilkan produk menjadi berwarna kuning kecokelatan. Hal ini dikarenakan adanya pigmen kuning pada angkak, yaitu ankaflavin ($C_{23}H_{30}O_5$) dan mocascin ($C_{21}H_{26}O_5$) yang dihasilkan dari proses fermentasi oleh *Monascus* (Bruno et al., 2018).

KESIMPULAN

Berdasarkan uji tekstur, tidak terdapat pengaruh penambahan *filler* tepung mocaf terhadap tekstur *hardness*, *adhesiveness*, *gumminess*, dan *chewiness*. Namun, terdapat pengaruh penambahan *filler* tepung mocaf terhadap tekstur *cohesiveness* ($p=0,00$). Semakin besar jumlah tepung mocaf yang

ditambahkan, maka semakin kompak atau kohesif tekstur daging analog yang dihasilkan. Berdasarkan uji warna, terdapat pengaruh penambahan *filler* tepung mocaf terhadap warna L* ($p=0,00$) dan a* ($p=0,04$) dan b* ($p=0,00$). Nilai tertinggi warna L*, a*, dan b* terdapat pada penambahan 0% tepung mocaf yang berarti semakin banyak penambahan tepung mocaf maka daging analog akan berwarna semakin gelap dan berwarna merah-kuning (kecoklatan) yang disebabkan dari reaksi *maillard*.

DAFTAR PUSTAKA

- Amanah, Y.S., Sya'di, Y., Handarsari, E., 2019. Kadar protein dan tekstur pada tempe koro benguk dengan substitusi kedelai hitam protein. Jurnal Pangan dan Gizi 9(2), 119–127. <https://doi.org/10.26714/jpg.9.2.2019.69-78>
- AMETEK Lloyd, 2013. Manual Book Texture Analyzer AMETEK TA1 LLOYD. AMETEK Measurement & Calibration Technologies Division, Florida, USA.
- Anggraini, A., Yunianta, 2015. Pengaruh suhu dan lama hidrolisis enzim papain terhadap sifat kimia, fisik dan organoleptik sari edamame. Jurnal Pangan dan Agroindustri 3(3), 1015–1025.
- Artina, Z.J., Ayu, D.F., Rahmayuni, R., 2023. The crackers of modified cassava flour (MOCAF) and cowpea flour: chemical and sensory properties. AGRITEKNO: Jurnal Teknologi Pertanian 12(1), 57–64. <https://doi.org/10.30598/jagritekno.2023.12.1.57>
- Azizaah, E., Supriyanto, S., Indarto, C., 2022. Profil tekstur snack bar tepung jagung talango yang diperkaya antioksidan dari tepung kelor (*Moringa oleifera* L.). JITIPARI 7(2), 100–108. <http://doi.org/10.33061/jitipari.v7i2.7511>
- Bakhsh, A., Lee, S.-J., Lee, E.-Y., Hwang, Y.-H., Joo, S.-T., 2021. Evaluation of rheological and sensory characteristics of plant-based meat analog with

- comparison to beef and pork. *Food Sci Anim Resour* 41(6), 983–996. <https://doi.org/10.5851/kosfa.2021.e50>
- Barak, S., Mudgil, D., Khatkar, B.S., 2014. Effect of compositional variation of gluten proteins and rheological characteristics of wheat flour on the textural quality of white salted noodles. *Int J Food Prop* 17, 731–740. <https://doi.org/10.1080/10942912.2012.675611>
- Biday, F., Asnurita, Wellyalina, 2018. Karakteristik rendang tempe pada berbagai suhu penyimpanan yang berbeda. *UNES Journal Mahasiswa Pertanian* 2(2), 151–163.
- Bintoro, V.P., Putra, A.Y.R.I., Susanti, S., 2023. Karakteristik kimia, susut masak, dan tingkat kesukaan daging analog berbasis jamur shiitake dengan tepung tempe. *Agrointek* 17(3), 508–516. <https://doi.org/10.21107/agrointek.v17i3.15255>
- Bruno, A., Pandolfo, G., Crucitti, M., Toili, G.M., Spina, E., Zoccali, R.A., Muscatello, M.R.A., 2018. Red yeast rice (RYR) supplementation in patients treated with second-generation antipsychotics. *Complement Ther Med* 37, 167–171. <http://doi.org/10.1016/j.ctim.2018.03.007>
- Cho, Y., Bae, J., Choi, M.-J., 2023. Physicochemical characteristics of meat analogs supplemented with vegetable oils. *Foods* 12(2), 312. <https://doi.org/10.3390/foods12020312>
- Christie, J., SumuaL, M.F., Luluhan, L.E., 2018. Pengaruh substitusi tepung jagung varietas manado kuning (*Zea mays* L.) pada pembuatan daging analog. *Jurnal Teknologi Pertanian* 9(2), 56–67. <https://doi.org/10.35791/jteta.v9i2.23249>
- De Angelis, D., Kaleda, A., Pasqualone, A., Vaikma, H., Tamm, M., Tammik, M.-L., Squeo, G., Summo, C., 2020. Physicochemical and sensorial evaluation of meat analogues produced from dry-fractionated pea and oat proteins. *Foods* 9(12), 1754. <https://doi.org/10.3390/foods9121754>
- Elastio, R.A., 2020. Karakteristik fisik, kimia dan organoleptik tempe berbahan dasar edamame afkir dengan variasi konsentrasi ragi dan jenis kemasan. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember, Jember.
- Faradilla, F., Yuniarta, Fibrianto, K., 2022. Characteristics of tempeh edamame fermented *Rhizopus oligosporus*: effect of fermentation time and inoculum concentration. *International Research Journal of Advanced Engineering and Science* 7(4), 90–93.
- Fitriyani, E., Nuraenah, N., Nofreena, A., 2017. Tepung ubi jalar sebagai bahan filler pembentuk tekstur bakso ikan. *Jurnal Galung Tropika* 6(1), 19–23. <https://doi.org/10.31850/jgt.v6i1.197>
- Indrianti, N., Kumalasari, R., Ekafitri, R., Darmajana, D.A., 2013. Pengaruh penggunaan pati ganyong, tapioka, dan mocaf sebagai bahan substitusi terhadap sifat fisik mie jagung instan. *AGRITech* 33(4), 391–398. <http://doi.org/10.22146/agritech.9534>
- Iswari, K., Astuti, H., Srimaryati, 2016. Pengaruh lama fermentasi terhadap mutu tepung cassava termodifikasi. *Prosiding Membangun Pertanian Modern dan Inovatif Berkelanjutan Dalam Rangka Mendukung MEA*. pp. 1250–1257.
- Jambormias, K.L., Polnaya, F.J., Ega, L., 2024. Karakteristik sifat fisikokimia pati gembili (*Dioscorea esculenta* L.) dengan modifikasi annealing. *Jurnal Agrosilvopasture-Tech* 3(1), 47–55. <https://doi.org/10.30598/j.agrosilvopasture-tech.2024.3.1.47>
- Jayanti, K., Suroso, E., Astuti, S., Herdiana, N., 2023. Pengaruh perbandingan tepung mocaf (Modified Cassava Flour) dan tapioka sebagai bahan pengisi terhadap sifat kimia, fisik, dan sensori nugget ikan baji-baji

- (*Grammoplites scaber*). Jurnal Agroindustri Berkelanjutan 2(2), 250–263.
<http://dx.doi.org/10.23960/jab.v2i2.8150>
- Kanetro, B., 2017. Teknologi Pengolahan dan Pangan Fungsional Kacang-Kacangan. Plantaxia, Yogyakarta.
- Kemenkes RI, 2018. Tabel Komposisi Pangan Indonesia 2017. Kementerian Kesehatan Indonesia, Jakarta.
- Khotimah, K., Kusumaningrum, I., Afiah, R.N., 2024. Profil tekstur dan uji hedonik bakso ikan lele dengan penambahan tepung ubi kelapa (*Dioscorea alata*). J Pengolah Has Perikan Indones 27(8), 693–705.
<https://doi.org/10.17844/jphpi.v27i8.50811>
- Kusuma, T.S., Kurniawati, A.D., Rahmi, Y., Rusdan, I.H., Widyanto, R.M., 2017. Pengawasan Mutu Makanan. UB Press, Malang.
- Kusumanegara, A.I., Jamhari, Yuny, E., 2012. Kualitas fisik, sensoris dan kadar kolesterol nugget ampela dengan imbalanced filler tepung mocaf yang berbeda. Buletin Peternakan 36(1), 19–24.
<https://doi.org/10.21059/buletinpeternak.v36i1.1272>
- Li, H., Fitzgerald, M.A., Prakash, S., Nicholson, T.M., Gilbert, R.G., 2017. The molecular structural features controlling stickiness in cooked rice, a major palatability determinant. Sci Rep 7, 43713.
<https://doi.org/10.1038/srep43713>
- Michel, F., Hartmann, C., Siegrist, M., 2021. Consumers' associations, perceptions and acceptance of meat and plant-based meat alternatives. Food Qual Prefer 87, 104063.
<https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2020.104063>
- Natasasmita, A.M., Saragih, B., Yuliani, Y., 2023. Pengaruh substitusi mocaf terhadap sifat kimia dan sensoris boba. Journal of Tropical AgriFood 5(1), 35–42.
<https://doi.org/10.35941/jtaf.5.1.2023.9109.35-42>
- Noren, N.E., Scanlon, M.G., Arntfield, S.D., 2019. Differentiating between tackiness and stickiness and their induction in foods. Trends Food Sci Technol 88, 290–301.
<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.03.014>
- Palupi, N.S., Indrastuti, N.A., Syamsir, E., 2020. Optimalisasi penggunaan karagenan dan kalsium sulfat pada pembuatan tahu sutra dalam pengembangan pangan fungsional. J Pengolah Has Perikan Indones 23(2), 272–285.
<https://doi.org/10.17844/jphpi.v23i2.30973>
- Patriani, P., Rosadi, 2023. Physical quality of beef patty with substitution mocaf flour (modified cassava flour) and bread crumbs. IOP Conf Ser Earth Environ Sci 1241, 1–5.
<https://doi.org/10.1088/1755-1315/1241/1/012135>
- Pinasti, L., Nugraheni, Z., Wiboworini, B., 2020. Potensi tempe sebagai pangan fungsional dalam meningkatkan kadar hemoglobin remaja penderita anemia. AcTion: Aceh Nutrition Journal 5(1), 19–26.
<https://doi.org/10.30867/action.v5i1.192>
- Pramesti, H.A., Siadi, K., Cahyono, E., 2015. Analisis rasio kadar amilosa/amilopektin dalam amilum dari beberapa jenis umbi. Indonesian Journal of Chemical Science 4(1), 26–30.
- Pratama, A.P., Rosidah, U., Syafutri, M., 2020. Pengaruh penambahan jamur tiram putih dan mocaf terhadap karakteristik kerupuk udang microwaveable. Jurnal Fishtech 9(2), 85–96.
- Priyatnasari, N.S., Palupi, E., Kamila, F., Ardhiani, K.R., Khalisah, Prilyadi, G.T., Iwansyah, A.C., 2024. Meat-

- analog made from Javanese Grasshopper, kidney beans, and elephant foot yam as a high-protein and low-cholesterol product. *J Agric Food Res* 16, 101071. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2024.101071>
- Puteri, N.E., Astawan, M., Palupi, N.S., 2017. Karakteristik tepung tempe larut air. *Jurnal Pangan* 26(2), 1–12. <https://doi.org/10.33964/jp.v26i2.351>
- Putri, N., Herlina, H., Subagio, A., 2018. Karakteristik mocaf (Modified Cassava Flour) berdasarkan metode penggilingan dan lama fermentasi. *Jurnal Agroteknologi* 12(1), 79–89. <https://doi.org/10.19184/j-agt.v12i1.8252>
- Rahmah, S., Handayani, M.N., 2018. Penambahan tepung mocaf (*modified cassava flour*) dalam pembuatan nugget nabati. *EDUFORTECH* 3(1), 14–23. <https://doi.org/10.17509/edufortech.v3i1.13541>
- Riyanto, B., Syafitri, U.D., Santoso, J., Yasmin, E.F., 2022. Karakteristik daging tiruan (*meat analog*) dengan optimasi formulasi substitusi rumput laut menggunakan *mixture design*. *J Pengolah Has Perikan Indones* 25(2), 268–280. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v25i2.39942>
- Rosiana, N., Amareta, D., 2016. Karakteristik yogurt edamame hasil fermentasi kultur campuran bakteri asam laktat komersial sebagai pangan fungsional berbasis biji-bijian. *Prosiding Seminar Hasil Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Politeknik Negeri Jember*. p.33-37.
- Santi, N., Ningtyas, F., Sulistiyan, 2017. Pengaruh penambahan tepung kacang tanah (*Arachis hypogaea* L.) terhadap daya terima, kadar air, dan kadar protein nugget edamame (*Glycin max* (L) Merrill). *Amerta Nutrition* 1(2), 62–71. <https://doi.org/10.2473/amnt.v1i2.2017.62-71>
- Siregar, M., Arvianti, M.D., Sofyaningsih, M., 2023. Potensi pemanfaatan tepung edamame (*Glycin max* (L) Merrill) dalam pembuatan puding instan berserat tinggi. *ARGIPA (Arsip Gizi dan Pangan)* 8(2), 93–107. <http://doi.org.10.22236/argipa.v8i2.12844>
- Siregar, M.S., Tambunan, D.A., Siregar, S.N., 2022. Studi pembuatan daging tiruan dari jantung pisang (*Musa acuminata* balbisiana colla). *AGRITECH* 24(1), 55–62. <http://doi.org.10.30595/agritech.v24i1.12551>
- Stevenson, David, G., Russell, K., Doorenbos, Jay-lin, J., George, E.I., 2006. Structures and functional properties of starch from seeds of three soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) varieties. *Starch* 58(10), 509–519. <https://doi.org/10.1002/star.200600534>
- Supriatna, D., Hasrini, R., Syah, D., Karsono, Y., 2020. Pengaruh masa simpan whey dan suhu penggumpalan terhadap kadar protein dan parameter tekstur pada produk tahu. *Warta IHP* 37(2), 187–193.
- Thohari, I., Mustakim, Padaga, M.C., Rahayu, P.P., 2017. *Teknologi Hasil Ternak*. UB Press, Malang.
- Tiven, N., Simanjorang, T., 2022. Kualitas kimia bakso daging sapi tersubstitusi daging ikan tuna (*Thunnus* sp) *Agrinimal Jurnal Ilmu Ternak Dan Tanaman* 10(2), 65–70. <https://doi.org/10.30598/ajitt.2022.10.1.65-70>
- US Agricultural Research Service, 2019. *USDA Nutrient Database for Standard Reference*. US Department of Agriculture, US.
- Varzakas, T., Tzia, C., 2015. *Handbook of Food Processing Food Preservation*. CRC PRESS, Boca Raton.