



Pengaruh Substitusi Tepung Ikan Lele terhadap Kualitas Fisik, Kesukaan, Kadar Protein dan Air Kue Telur Gabus

Laila Nurfatmah^{1*}, Saptariana²

¹⁻²Jurusan Pendidikan Kesejahteraan Keluarga, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang, Indonesia

*Penulis Korespondensi: lailanurfatmah8f22@gmail.com

Abstract. One way to increase the protein content in gabus egg cakes is through fortification with catfish powder. This study aimed to determine the effect of different levels of catfish meal substitution on the physical quality (color and texture), acceptability, protein content, and moisture content of egg-based sponge cakes. The study was conducted using a completely randomized design (CRD) with four levels of catfish meal substitution (0%, 5%, 10%, and 15%). The results showed that physical tests of color parameters indicated that catfish meal substitution caused a decrease in lightness (L^*); the a^* values indicated a yellowish-green hue in F0 and F1 (-2.50 and -1.70) and a reddish hue in F2 and F3 (1.93 and 2.97), along with an increase in the yellow hue (b^*). The texture hardness and moisture content of the products fluctuated. Nevertheless, all products maintained a low moisture content (2.67%-4.38%) in accordance with SNI quality standards and a hardness level (25.61-29.02 N) that was still considered crisp. Protein analysis results showed a linear increase (3.54%-10.34%). Hedonically, substitution levels up to 15% did not significantly affect the likability of aroma, texture, taste, and overall acceptance, although they significantly reduce the likability of visual color. Therefore, formulation F3 (15% catfish meal substitution) was determined to be the best treatment because it optimized animal protein intake to 10.34% without compromising overall consumer acceptability.

Keywords: Catfish Flour; Cork Egg Cakes; Moisture Content; Physical Quality; Protein.

Abstrak. Salah satu cara untuk meningkatkan kandungan protein pada kue telur gabus adalah dengan fortifikasi tepung ikan lele. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perbedaan substitusi tepung ikan lele terhadap mutu fisik (warna dan tekstur), tingkat kesukaan, kadar protein dan kadar air pada kue telur gabus. Penelitian dilakukan dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan empat tingkat perlakuan substitusi tepung ikan lele (0%, 5%, 10%, dan 15%). Hasil penelitian menunjukkan bahwa uji fisik parameter warna menunjukkan bahwa substitusi tepung ikan lele menyebabkan penurunan kecerahan (L^*), nilai a^* menunjukkan rona hijau kekuningan pada F0 dan F1 (-2,50 dan -1,70) dan rona kemerahan pada F2 dan F3 (1,93 dan 2,97), dan peningkatan rona kuning (b^*). Tingkat kekerasan tekstur dan kadar air produk yang fluktuatif. Meskipun demikian, seluruh produk tetap mempertahankan kadar air yang rendah (2,67%-4,38%) sesuai dengan standar mutu SNI dan tingkat kekerasan (25,61 - 29,02 N) yang masih tergolong renyah. Hasil analisis protein menunjukkan peningkatan yang linier (3,54% - 10,34%). Secara hedonik, tingkat substitusi hingga 15% tidak memberikan pengaruh beda nyata terhadap kesukaan aroma, tekstur, rasa, dan penerimaan keseluruhan, meskipun secara signifikan menurunkan tingkat kesukaan pada visual warna. Oleh karena itu, formulasi F3 (substitusi 15% tepung ikan lele) ditetapkan sebagai perlakuan terbaik karena mampu mengoptimalkan asupan protein hewani hingga 10,34% tanpa mengorbankan daya terima konsumen secara keseluruhan.

Kata Kunci: Kadar Air; Kue Telur Gabus; Mutu Fisik; Protein; Tepung Ikan Lele.

1. PENDAHULUAN

Kue kering merupakan salah satu camilan populer yang banyak dikonsumsi oleh berbagai kalangan masyarakat dan sering disajikan dalam berbagai kegiatan sosial maupun perayaan. Umumnya, kue kering diolah melalui proses pemanggangan, namun beberapa jenis diolah dengan cara digoreng (Giantara & Santoso dalam Larasati et al., 2025), salah satunya adalah kue telur gabus. Kue tradisional ini memiliki bentuk kecil memanjang, berwarna kuning keemasan (Ramadhani & Murtini, 2017), bercita rasa gurih, serta bertekstur renyah dan agak rapuh (Simamora, 2020).

Kue telur gabus umumnya dibuat dari tepung tapioka, telur, minyak, dan garam (Ulfa et al., 2024). Penggunaan tepung tapioka sebagai bahan utama menyebabkan produk ini memiliki kandungan protein yang relatif rendah, karena tepung tapioka didominasi oleh karbohidrat dengan kandungan protein yang sangat sedikit (TKPI, 2017). Penelitian Anggraeni et al. (2025) menunjukkan bahwa kue telur gabus tanpa fortifikasi hanya mengandung protein sekitar 4,25%, sehingga belum memenuhi SNI 01-2973-2022 untuk biskuit dan produk sejenis $\geq 5\%$.

Rendahnya kandungan protein tersebut menunjukkan perlunya inovasi formulasi untuk meningkatkan nilai gizi kue telur gabus. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah substitusi dengan bahan pangan lokal yang kaya protein, seperti ikan lele. Ikan lele merupakan komoditas perikanan yang melimpah di Indonesia, mudah dibudidayakan, memiliki harga terjangkau, serta mengandung protein cukup tinggi dengan komposisi asam amino yang lengkap. Dalam bentuk tepung, kandungan protein ikan lele bahkan dapat mencapai 60-75% (Asrim et al., 2022), sehingga berpotensi sebagai bahan fortifikasi pangan.

Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa penambahan bahan fortifikasi pada produk pangan dapat meningkatkan kandungan gizi, namun perlu memperhatikan tingkat substitusi karena dapat memengaruhi sifat sensori seperti rasa, aroma, dan tekstur. Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa tingkat substitusi bahan fortifikasi yang optimal umumnya berada pada kisaran rendah hingga sedang, seperti pada penelitian Amirillah et al. (2024) menunjukkan substitusi tepung labu kuning pada kue akar kelapa menghasilkan persentase 5% sebagai yang paling disukai. Penelitian lainnya, dari Ramadani et al. (2024), menambahkan tepung ikan lele pada stik bawang yang menghasilkan persentase 10% yang paling disukai. Penelitian lain, oleh Khairunnisa (2023), mensubstitusi tepung hati ayam dalam kue telur gabus yang menghasilkan persentase 15% sebagai formula yang paling disukai. Hasil pra-eksperimen menunjukkan bahwa penggunaan tepung ikan lele 15% berpengaruh terhadap tekstur yang menjadi lebih keras. Modifikasi formulasi bahan dengan penambahan margarin dan baking powder diharapkan mampu memperbaiki tekstur menjadi lebih renyah dan ringan.

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh substitusi tepung ikan lele (0%, 5%, 10%, dan 15%) terhadap mutu fisik yang meliputi warna dan tekstur, tingkat kesukaan, kandungan protein dan air kue telur gabus. Diharapkan penelitian ini dapat menghasilkan produk kue telur gabus dengan nilai gizi yang lebih baik serta tetap diterima oleh konsumen.

2. KAJIAN TEORITIS

Kue Telur Gabus

Kue telur gabus merupakan salah satu makanan ringan tradisional Indonesia yang memiliki karakteristik berbentuk memanjang, berwarna kuning keemasan, bertekstur renyah, dan memiliki cita rasa gurih. Produk ini umumnya dibuat menggunakan tepung tapioka, telur, garam, serta minyak sebagai bahan utama. Kandungan pati yang tinggi pada tepung tapioka menghasilkan tekstur yang ringan dan renyah setelah proses penggorengan, namun nilai gizinya relatif rendah karena kandungan protein pada tepung tapioka sangat sedikit dibandingkan bahan pangan hewani (Ramadhani & Murtini, 2017; Kementerian Kesehatan RI, 2017). Kue telur gabus termasuk kelompok pangan tradisional yang memiliki potensi untuk dikembangkan menjadi pangan fungsional melalui modifikasi formulasi tanpa menghilangkan karakteristik sensori yang disukai konsumen.

Pengembangan formulasi kue telur gabus banyak dilakukan melalui substitusi maupun fortifikasi menggunakan bahan pangan yang memiliki kandungan gizi lebih tinggi. Inovasi tersebut bertujuan meningkatkan nilai protein, vitamin, maupun mineral sehingga produk tidak hanya berfungsi sebagai makanan ringan, tetapi juga sebagai sumber zat gizi. Meskipun demikian, perubahan komposisi bahan baku dapat memengaruhi sifat fisik, kimia, dan organoleptik produk sehingga diperlukan penentuan tingkat substitusi yang tepat agar mutu produk tetap diterima oleh konsumen (Anggreini et al., 2025; Khairunnisa, 2023).

Tepung Ikan Lele sebagai Bahan Fortifikasi

Tepung ikan lele merupakan produk olahan hasil pengeringan dan penghalusan daging ikan lele yang memiliki kandungan protein sangat tinggi, berkisar antara 56-75%, serta mengandung asam amino esensial yang lengkap. Kandungan protein tersebut menjadikan tepung ikan lele berpotensi sebagai bahan fortifikasi dalam berbagai produk pangan untuk meningkatkan kualitas gizi, terutama pada produk berbasis tepung yang umumnya memiliki kadar protein rendah. Selain protein, tepung ikan lele juga mengandung mineral seperti kalsium, fosfor, dan zat besi yang berperan dalam mendukung pertumbuhan dan metabolisme tubuh (Asrim et al., 2022; Arvianto et al., 2016).

Penggunaan tepung ikan lele pada berbagai produk pangan telah terbukti mampu meningkatkan kadar protein secara signifikan. Penelitian pada produk stik bawang, biskuit, maupun kerupuk menunjukkan bahwa semakin tinggi tingkat substitusi tepung ikan lele maka semakin tinggi pula kandungan protein produk akhir. Akan tetapi, peningkatan kadar substitusi juga dapat menyebabkan perubahan warna, aroma, tekstur, maupun cita rasa akibat meningkatnya kandungan protein yang memicu reaksi pencokelatan selama proses

pemanasan. Kondisi tersebut mengharuskan penentuan formulasi yang mampu menyeimbangkan antara peningkatan nilai gizi dan penerimaan konsumen (Ramadani et al., 2024; Novidahlia et al., 2023).

Mutu Fisik, Kimia, dan Organoleptik Produk Pangan

Mutu pangan merupakan kombinasi karakteristik fisik, kimia, mikrobiologi, dan sensori yang menentukan tingkat penerimaan suatu produk oleh konsumen. Pada produk kue kering, parameter fisik yang umum diamati meliputi warna dan tekstur, sedangkan parameter kimia meliputi kadar air dan kadar protein. Warna produk banyak dipengaruhi oleh reaksi Maillard antara gugus amino dan gula pereduksi selama proses pemanasan yang menghasilkan pigmen cokelat. Sementara itu, tekstur dipengaruhi oleh kadar air, komposisi pati, protein, serta struktur pori yang terbentuk selama proses pengolahan (Starowicz & Zielinski, 2019; El Hosry et al., 2025).

Penilaian mutu pangan juga dilakukan melalui uji organoleptik atau uji hedonik untuk mengetahui tingkat kesukaan konsumen terhadap atribut warna, aroma, rasa, tekstur, dan penerimaan secara keseluruhan. Uji hedonik merupakan metode evaluasi sensori yang banyak digunakan dalam penelitian pengembangan produk karena mampu menggambarkan preferensi konsumen secara langsung. Produk pangan dinilai berhasil apabila peningkatan kandungan gizi tidak menyebabkan penurunan daya terima secara signifikan sehingga produk tetap memenuhi aspek keamanan, mutu, dan penerimaan konsumen sesuai standar yang berlaku (Lim, 2011; Badan Standardisasi Nasional, 2015).

3. METODE PENELITIAN

Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan rancangan eksperimen berupa Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan satu faktor yang terdiri dari empat taraf substitusi. Faktor yang diamati adalah pengaruh perbedaan substitusi tepung ikan lele 0%, 5%, 10%, dan 15%. Parameter yang diuji dalam penelitian ini mutu fisik (warna dan tekstur), tingkat kesukaan, kadar air, dan kadar protein

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan dalam jangka waktu dua bulan, terhitung mulai dari bulan Mei 2026 hingga Juni 2026. Kegiatan penelitian utama dilakukan di Gedung E7, Universitas Negeri Semarang. Uji tekstur dilakukan di UPT Lab Terpadu Universitas Diponegoro, dan ujikimiawi dilakukan di Laboratorium Saraswanti Indo Genetech (SIG) Semarang.

Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan yaitu baskom, pisau, talenan, oven pengering (*dehydrator oven*), loyang, kertas roti (*baking paper*), panci pengukus, saringan kain, penggiling (*grinder*), saringan mesh 80, sendok, pencampur (*mixer*), timbangan digital, wajan, kompor, dan penyaring minyak.

Di bawah ini adalah formulasi bahan yang digunakan dalam pembuatan kue telur gabus berasal dari Anggreini (2025) dan telah dimodifikasi.

Tabel 1. Formulasi Kue Telur Gabus Substitusi Tepung Ikan Lele.

Bahan	Formulasi			
	0% (F0)	5% (F1)	10% (F2)	15% (F3)
1. Tepung tapioka (g)	100	95	90	85
2. Tepung ikan lele (g)	0	5	10	15
3. Telur (g)	50	50	50	50
4. Margarin (g)	25	25	25	25
5. Garam (g)	2	2	2	2
6. <i>Baking Powder</i> (g)	0,5	0,5	0,5	0,5

Pembuatan tepung ikan lele mengacu pada penelitian sebelumnya oleh Safitri et al. (2023) dan Chhoeun et al. (2025) dengan modifikasi. Proses dimulai dengan mencuci dan memisahkan daging lele dari kulit serta durinya. Daging direndam dengan air perasan jeruk nipis selama 30 menit untuk menghilangkan amis, dibilas bersih, lalu dikukus pada suhu 100°C selama 15 menit. Daging yang dipisahkan dari tulang lalu diperas menggunakan saringan kain untuk mengurangi kadar air dan lemak. Setelah itu, daging disebar di atas loyang berlapis kertas roti, dikeringkan di oven pada suhu 60°C selama 6 jam, dihaluskan dengan mesin penggiling, dan diayak dengan saringan mesh 80.

Pembuatan kue telur gabus diawali dengan mengocok margarin, telur, dan garam selama ± 3 menit menggunakan *mixer* berkecepatan rendah. Campuran tepung tapioka dan ikan lele kemudian dimasukkan dan diaduk rata. Adonan dibentuk menjadi pilinan memanjang dengan berat ± 2 g, direndam di dalam minyak dingin selama ± 5 menit, kemudian digoreng *deep frying* dengan api kecil selama 10-12 menit. Setelah matang, kue ditiriskan, didinginkan, lalu disimpan dalam kemasan kedap udara.

Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan mutu fisik warna dilakukan menggunakan *Colorimeter* berbasis sistem koordinat $L^*a^*b^*$ (Siswantoro, 2019) pada tiga titik permukaan sampel untuk memastikan reliabilitas. Peningkatan substitusi tepung lele berpotensi menurunkan nilai L^* (kecerahan) dan memengaruhi nilai a^* dan b^* akibat reaksi pencokelatan *Maillard* (Ramadhani & Murtini, 2017).

Mutu fisik tekstur diuji dengan *Texture Profile Analyzer* menggunakan *probe silinder* diameter 4 mm dengan kecepatan *pre-test* 1,0 mm/s. Parameter kekerasan (*hardness*) ditetapkan berdasarkan nilai gaya maksimal yang dibutuhkan untuk mematahkan sampel pada kompresi pertama. Standar nilai kekerasan yang diharapkan untuk produk kue kering berkisar antara 20-30 N (Clark et al., 2025).

Uji kesukaan (hedonik) melibatkan 40 panelis tidak terlatih, sesuai ketentuan SNI 2346:2015, untuk menilai parameter warna, aroma, rasa, tekstur, dan keseluruhan secara spontan tanpa membandingkan sampel secara langsung (Ramadiani et al., 2024). Penilaian mutu sensori menggunakan skala *Likert* 1 - 9, dengan keterangan sebagai berikut: 1= amat sangat tidak suka, 2 = sangat tidak suka, 3 = tidak suka, 4 = agak tidak suka, 5 = netral, 6 = agal suka, 7 = suka, 8 = sangat suka, 9 = amat sangat suka.

Pengujian kimiawi dalam penelitian ini mencakup pengujian kadar air dengan metode *Thermogravimetri* dan pengujian kadar protein dengan metode *Titrimetri* yang lebih cepat dan efisien (Susanto et al., 2025). Proses pengujian kimiawi dilakukan dengan dua kali pengulangan (*duplo*) untuk memastikan realibilitas data. Pengujian kadar air dengan metode *thermogravimetri* dilakukan dengan pengeringan pada suhu sekitar 105°C hingga berat konstan (Aini et al., 2025), dengan acuan batas maksimal 5% berdasarkan SNI 2973:2022. Pengukuran kadar protein metode *Titrimetri* dilakukan dengan prinsip memblokir gugus amino menggunakan formaldehida untuk melepaskan ion hidrogen, yang selanjutnya dititrasi dengan larutan basa (NaOH) guna menentukan kadar protein berdasarkan volume titran (NaOH) yang terpakai (Susanto et al., 2025).

Instrumen

Instrumen mutu fisik menggunakan alat uji Colorimeter (CIE L*a*b*) untuk warna dan *Texture Profile Analyzer* untuk tekstur. Instrumen kesukaan menggunakan lembar kesukaan yang dibagikan kepada 40 panelis tidak terlatih (SNI 2346:2015) atau orang awam tanpa pelatihan khusus yang mampu memberikan penilaian terhadap warna, aroma, rasa, tekstur, dan keseluruhan berdasarkan preferensi pribadi. Instrumen mutu kimia terdiri dari Moisture Analyzer untuk kadar air, serta seperangkat alat titrasi beserta reagen pendukung untuk analisis protein metode titrimetri.

Analisis Data

Data hasil pengujian dianalisis menggunakan software SPSS Statistics 27. Data hasil pengukuran mutu fisik (warna dan tekstur) serta kimia (kadar air dan protein) dianalisis secara deskriptif. Nilai rata-rata dari setiap perlakuan dihitung untuk melihat gambaran umum

karakteristik produk. Hasil analisis fisik dan kimiawi akan dibandingkan secara langsung dengan standar SNI 2973:2022.

Data hasil pengujian hedonik merupakan data yang berskala ordinal dan langsung diuji menggunakan analisis statistik non-parametrik berupa Uji Friedman (Lim, 2011). Jika hasil pengujian menunjukkan terdapat perbedaan nyata ($p < 0,05$), maka dilanjutkan dengan Uji Wilcoxon. Hasil dari analisis ini menjadi acuan utama untuk menentukan formulasi substitusi yang paling dapat diterima oleh konsumen.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Mutu Warna

Pengujian warna kue telur gabus substitusi tepung ikan lele dilakukan pada permukaan secara objektif menggunakan aplikasi Colorimeter sistem CIE $L^*a^*b^*$ dimana nilai L^* menunjukkan kecerahan, nilai a^* menunjukkan warna merah-hijau, dan nilai b^* menunjukkan warna kuning-biru.

Tabel 2. Analisis Data Fisik ($L^*a^*b^*$).

Perlakuan	<i>Mean ± SD</i>		
	L^*	a^*	b^*
F0 (0%)	64,03±0,81	-2,50±0,15	15,70±0,15
F1 (5%)	58,80±0,82	-1,70±0,17	17,43±0,64
F2 (10%)	54,13±0,23	1,93±0,12	17,97±0,64
F3 (15%)	51,87±0,83	2,97±0,06	25,53±0,86

Keterangan: L^* (*Lightness*): Tingkat kecerahan (0 = hitam; 100 = putih). a^* : Koordinat warna merah-hijau (nilai + merah; nilai - hijau). b^* : Koordinat warna kuning-biru (nilai + kuning; nilai - biru).

Data hasil pengujian mutu fisik warna menggunakan *Colorimeter* pada kue telur gabus menunjukkan adanya pergeseran profil warna yang berbanding lurus dengan peningkatan persentase substitusi tepung ikan lele. Nilai kecerahan (L^*) pada kue telur gabus mengalami penurunan secara linier sejalan dengan bertambahnya persentase substitusi tepung ikan lele. Penurunan nilai L^* ini mengindikasikan bahwa warna produk menjadi semakin gelap. Kondisi ini didukung oleh temuan Arvianto et al. (2016) yang menyatakan fortifikasi tepung daging ikan lele pada produk biskuit secara signifikan menurunkan tingkat kecerahan produk. Penurunan nilai L^* juga diakibatkan oleh meningkatkan kandungan protein yang memicu reaksi *Maillard* yang menghasilkan pigmen coklat (Starowicz & Zielinski, 2019)

Nilai kemerahan (a^*) pada kue telur gabus menunjukkan pola perubahan yang sangat spesifik. Pada sampel F0 (0%) dan F1 (5%), nilai a^* berada pada angka negatif (-2,50 dan -1,70), yang merepresentasikan dominasi rona hijau-kekuningan. Dan pada F2 (10%) dan F3

(15%), nilai a^* berbalik tajam menjadi positif (+1,93 dan +2,97), yang menandakan produk bergeser ke arah kemerahan. Peningkatan nilai a^* menjadi positif ini adalah indikator kuat dari intensifikasi proses karamelisasi dan reaksi *Maillard* tahap lanjut selama pemanasan suhu tinggi. Nilai parameter kekuningan (b^*) memperlihatkan peningkatan yang konsisten akibat penambahan tepung ikan lele. Nilai b^* bergerak naik dari 15,70 (F0) menjadi 25,53 pada produk substitusi 15% (F3). Sejalan dengan penelitian Suryaningrum et al. (2016), penambahan daging ikan meningkatkan nilai b^* yang menggambarkan rona kuning keemasan (*golden yellow*) yang menjadi indikator utama standar visual produk yang menggugah selera.

Hasil pengamatan warna ini menunjukkan penggunaan tepung ikan lele terbukti memberikan efek yang nyata terhadap profil warna akhir kue telur gabus. Pada penelitian Ramadhani & Murtini (2017), standar warna untuk produk kue telur gabus memiliki kecerahan tinggi atau nilai L^* sekitar 60-80, rona kemerahan atau nilai a^* di sisi positif (0 hingga +6), dan rona kekuningan atau nilai b^* berkisar antara 20 - 40. Substitusi tepung ikan lele terbukti membuat produk menjadi sedikit lebih gelap (penurunan L^*), pergeseran rona menuju warna kemerahan (a^*) dan kuning keemasan (b^*), sejalan dengan penelitian Suryaningrum et al. (2016)

Mutu Tekstur

Mutu fisik tekstur diuji secara objektif dengan *Texture Profile Analyzer* menggunakan probe silinder diameter 4 mm dengan kecepatan *pre-test* 1,0 mm/s. Nilai Kekerasan (*Hardness*) adalah hasil pematahan produk pada kompresi pertama.

Tabel 3. Hasil Analisis Uji Tekstur Kue Telur Gabus.

Perlakuan	Hardness (N)
F0 (0%)	25,61
F1 (5%)	29,02
F2 (10%)	27,74
F3 (15%)	28,75

Berdasarkan hasil uji *Texture Profile Analysis* (TPA) nilai kekerasan (*hardness*) kue telur gabus berkisar antara 25,61 N hingga 29,02 N, dengan kekerasan tertinggi pada F1 (29,02 N) dan terendah pada produk kontrol F0 (26,61 N). Semakin tinggi nilai *hardness* suatu produk maka semakin keras suatu bahan (Ahmad et al., 2022). Seluruh formula memenuhi nilai *hardness* umum untuk produk kue kering yang berada pada kisaran 20-30 N (Clark et al., 2025). Hal ini mengkonfirmasi bahwa produk memiliki karakteristik fisik yang rapuh, kering, dan tidak elastis, yang mana merupakan parameter ideal untuk produk kue kering goreng. Nilai kekerasan pada perlakuan substitusi mengalami peningkatan tidak linier dari formula kontrol (F0). Peningkatan kekerasan terjadi pada F1 (29,02 N), namun menurun

pada F2 (27,74 N) dan meningkat kembali pada F3 (28,75 N). Fluktuasi nilai kekerasan ini ternyata sejalan dengan dinamika kadar air dan peningkatan kadar protein secara linier pada produk kue telur gabus. Pada perlakuan F1 (5%), produk memiliki nilai kekerasan tertinggi yaitu 29,02 N. Hal ini berkorelasi lurus dengan data mutu kimia, di mana F1 memiliki kadar air tertinggi dibandingkan seluruh perlakuan, yakni sebesar 4,38%. Tinggi rendahnya kerenyahan sangat dipengaruhi oleh kadar air bahan dimana produk dengan kadar air yang lebih tinggi cenderung memiliki kerenyahan yang lebih rendah (Harahap et al., 2017). Terperangkapnya sejumlah air di dalam matriks adonan menghambat pengembangan struktur saat digoreng, sehingga pori menjadi lebih sedikit dan tekstur produk menjadi lebih padat serta membutuhkan gaya yang lebih besar untuk dipatahkan (Handayani et al., 2026).

Kesukaan (Hedonik)

Dari hasil uji kesukaan oleh 40 panelis tidak terlatih dianalisis dengan uji *non-parametrik Friedman*. Analisis menunjukkan ada perbedaan nyata ($p < 0,05$) hanya pada parameter warna dan dilanjutkan dengan uji *Wilcoxon Signed Rank*.

Tabel 4. Hasil Analisis Uji Kesukaan.

Parameter	Mean $\pm$ SD				p	Perbedaan
	F0 (0%)	F1 (5%)	F2 (10%)	F3 (15%)		
Warna	7,58 $\pm$ 0,90 ^a	7,55 $\pm$ 0,96 ^a	7,45 $\pm$ 1,01 ^a	7,02 $\pm$ 1,21 ^b	0,006	Beda nyata
Aroma	7,12 $\pm$ 1,11	7,22 $\pm$ 1,25	7,48 $\pm$ 1,18	7,25 $\pm$ 0,95	0,393	Tidak beda
Tekstur	6,92 $\pm$ 1,49	7,30 $\pm$ 1,24	7,35 $\pm$ 1,27	7,25 $\pm$ 1,32	0,290	Tidak beda
Rasa	7,35 $\pm$ 1,19	7,42 $\pm$ 1,01	7,50 $\pm$ 1,13	7,65 $\pm$ 0,86	0,671	Tidak beda
Keseluruhan	7,30 $\pm$ 1,07	7,55 $\pm$ 0,98	7,68 $\pm$ 1,12	7,45 $\pm$ 1,01	0,118	Tidak beda

Keterangan: Notasi huruf yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan nyata berdasarkan uji *Wilcoxon Signed Rank* ($p < 0,05$).

Aroma

Hasil uji Friedman menunjukkan bahwa substitusi tepung ikan lele tidak berpengaruh nyata terhadap kesukaan panelis terhadap aroma kue telur gabus. Skor kesukaan aroma tertinggi pada F2 sebesar 7,48 dan terendah pada F0 sebesar 7,12. Fakta bahwa produk tersubstitusi mendapat skor yang setara bahkan sedikit lebih tinggi dari kontrol membuktikan keberhasilan tahapan preparasi bahan baku.

Penggunaan perasan jeruk nipis selama 30 menit pada saat pembuatan tepung ikan lele terbukti sangat efektif dalam mereduksi senyawa *trimethylamine* (TMA) penyebab bau amis. Penelitian Charis (2024) menjelaskan bahwa asam sitrat dalam jeruk nipis terbukti mampu mengikat senyawa pembentuk bau amis pada daging ikan lele. Akibatnya, penambahan tepung ikan lele pada produk kue telur gabus tidak memunculkan aroma amis

saat digoreng. Selain itu, pada produk berbahan dasar tepung reaksi Maillard dapat secara signifikan meningkatkan rasa dan aroma produk (Qi et al., 2025)

Tekstur

Hasil pengujian Friedman menunjukkan bahwa substitusi tepung ikan lele tidak berpengaruh nyata terhadap tekstur kue telur gabus. Penilaian tekstur memberikan hasil yang sangat menarik. Produk kontrol (F0) justru mendapat skor rata-rata terendah (6,92) dengan standar deviasi terbesar (1,49), yang menunjukkan adanya variasi selera panelis terhadap tekstur aslinya. Sebaliknya, substitusi tepung ikan lele (F1, F2, F3) meningkatkan skor kesukaan menjadi 7,25 hingga 7,35 dengan standar deviasi yang mengecil.

Kondisi ini mengindikasikan bahwa penambahan *baking powder* dalam formulasi berfungsi memperbaiki matriks struktur kue telur gabus sehingga tekstur produk dengan substitusi tidak berbeda jauh dengan produk kontrol. Mubarak & Winata (2020) mengonfirmasi bahwa penambahan *baking powder* dalam jumlah yang tepat dapat menurunkan kekerasan (*hardness*) produk *cookies* terfortifikasi karena memengaruhi daya kembang dan rongga udara adonan.

Rasa

Hasil analisis *non-parametrik (Uji Friedman)* menunjukkan bahwa substitusi tepung ikan lele tidak berpengaruh nyata terhadap rasa kue telur gabus. Hal ini menunjukkan bahwa perbedaan tingkat substitusi tepung ikan lele hingga 15% belum mampu menimbulkan perbedaan rasa yang signifikan berdasarkan penilaian panelis tidak terlatih. Tingkat kesukaan rasa kue telur gabus menunjukkan peningkatan seiring dengan meningkatnya tingkat substitusi tepung ikan lele. Produk kontrol (F0) memperoleh skor 7,35, sedangkan substitusi 15% (F3) memperoleh skor tertinggi yaitu 7,65 (Suka hingga Sangat Suka).

Peningkatan kesukaan pada parameter rasa ini disebabkan oleh kandungan asam amino glutamate yang biasanya ditemukan dalam makanan tinggi protein (Hossain et al., 2024) seperti daging ikan lele. Asam amino ini bertindak sebagai penegas rasa yang memberikan sensasi gurih (*umami*) alami pada makanan. Hal ini sejalan dengan penelitian Arvianto et al. (2016) yang membuktikan bahwa penambahan protein ikan pada kerupuk secara signifikan meningkatkan profil rasa ikan dan gurih yang digemari oleh panelis.

Warna

Warna merupakan parameter visual pertama yang diamati oleh konsumen dan sangat menentukan tingkat penerimaan terhadap suatu produk pangan. Berdasarkan Tabel 3, nilai rata-rata kesukaan panelis terhadap parameter warna kue telur gabus paling tinggi adalah

produk kontrol (F0) dengan skor 7,58 dan menurun seiring dengan bertambahnya kadar substitusi.

Tabel 5. Hasil Uji Signifikansi *Wilcoxon*.

Perlakuan	F0	F1	F2	F3
F0	-	0,827	0,537	0,012*
F1	-	-	0,592	0,018*
F2	-	-	-	0,019*
F3	-	-	-	-

Keterangan: Tanda bintang (*) menunjukkan adanya perbedaan yang nyata (*Asymp. Sig. < 0,05*).

Hasil analisis statistik non-parametrik menggunakan uji *Wilcoxon Signed Ranks Test* menunjukkan bahwa substitusi tepung ikan lele hingga konsentrasi 10% (F1 dan F2) tidak memberikan perbedaan yang nyata ($p \geq 0,05$) dibandingkan dengan produk kontrol (F0). Hal ini mengindikasikan bahwa pada konsentrasi 5% dan 10%, perubahan visual yang terjadi pada produk masih berada pada ambang batas toleransi panelis dan dinilai setara dengan warna khas kue telur gabus pada umumnya. Namun, perbedaan nyata ($p \leq 0,05$) terlihat pada perlakuan substitusi 15% (F3). Perlakuan F3 menunjukkan rata-rata skor kesukaan warna yang paling rendah, yaitu sebesar 7,02, dan berbeda signifikan dari perlakuan lainnya (F0, F1, dan F2).

Penurunan tingkat kesukaan pada F3 ini disebabkan peningkatan intensitas warna produk yang menjadi kecoklatan. Penurunan preferensi visual ini berkaitan erat dengan intensifikasi reaksi pencokelatan non-enzimatis (reaksi *Maillard*) akibat tingginya konsentrasi asam amino dari protein ikan lele yang berinteraksi dengan karbohidrat saat proses penggorengan suhu tinggi. Hasil ini seakan dengan penelitian Astiana et al. (2023) dan Listiana (2016) yang menyatakan bahwa bertambahnya fortifikasi bahan hewani akan menghasilkan rona coklat gelap yang menyimpang dari ekspektasi memori visual konsumen terhadap produk camilan yang umumnya berwarna kuning keemasan. Didukung oleh temuan Ramadani et al. (2024) yang menjelaskan bahwa konsumen cenderung memberikan skor hedonik yang lebih rendah seiring bertambahnya kadar substitusi karena perubahan warna kecoklatan sering diasosiasikan dengan tampilan produk yang *overcooked* (terlalu matang).

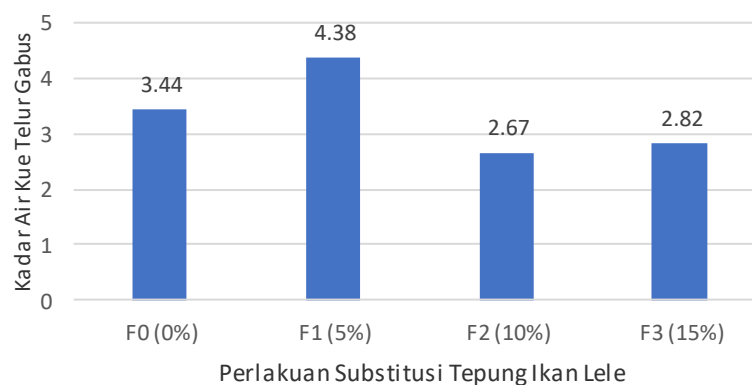
Keseluruhan

Parameter keseluruhan merupakan akumulasi penilaian panelis terhadap kelima aspek di atas. Nilai kesukaan keseluruhan berkisar antara 7,30 hingga 7,68 (kategori "Suka"), dengan nilai *p-value* 0,118 (tidak berbeda nyata). Skor tertinggi secara numerik memang berada pada perlakuan substitusi 10% (F2). Namun, karena hasil uji Friedman tidak

menunjukkan signifikansi perbedaan antara F2 dan F3, maka perlakuan F3 (substitusi 15%) direkomendasikan sebagai formulasi terbaik. Keputusan ini diambil mengingat F3 mampu memberikan asupan nutrisi protein hewani yang paling maksimal tanpa mengorbankan daya terima. Hasanah et al. (2020) membuktikan bahwa apabila hasil uji hedonik tidak menunjukkan perbedaan penerimaan yang bermakna secara statistik, maka formulasi terpilih didasarkan pada perlakuan yang menawarkan keunggulan fungsional atau akumulasi nilai gizi (protein) tertinggi. Hal serupa juga didukung oleh Astiana et al. (2018), yang menyatakan bahwa kandungan gizi sesuai SNI dan pencapaian batas toleransi maksimal fortifikasi bahan hewani tanpa memicu penolakan sensorik dari konsumen merupakan titik formulasi yang paling direkomendasikan dalam inovasi camilan sehat berprotein tinggi.

Kadar Air

Analisis kadar air menjadi indikator penting dalam menilai mutu serta masa simpan kue telur gabus. Hal ini dikarenakan tingginya kandungan air berisiko mempercepat perkembangbiakan mikroorganisme, yang berujung pada menurunnya umur simpan produk. Oleh karena itu, pengukuran kadar air dilakukan untuk memastikan bahwa produk kue telur gabus tepung ikan lele memenuhi standar mutu yang aman untuk dikonsumsi. Hasil uji kimiawi kadar air kue telur gabus substitusi tepung ikan lele disajikan pada Gambar 1.



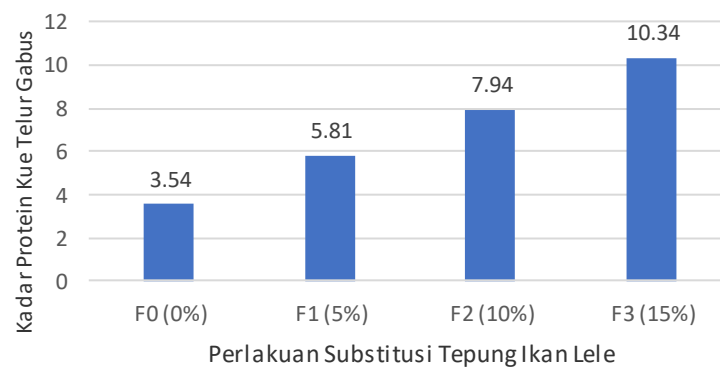
Gambar 1. Hasil Analisis Uji Kadar Air Kue Telur Gabus Substitusi Tepung Ikan Lele.

Berdasarkan hasil pengujian, rata-rata kadar air kue telur gabus pada seluruh perlakuan berada pada rentang 2,67% hingga 4,38%. Data ini menunjukkan fluktuasi yang wajar pada produk gorengan, dengan kadar air terendah terdapat pada perlakuan F2 (10%) sebesar 2,67%, dan tertinggi pada F1 (5%) sebesar 4,38%. Meskipun nilainya berfluktuasi, seluruh perlakuan kue telur gabus tersubstitusi ini terbukti memenuhi standar mutu biskuit berdasarkan SNI 2973:2022 yang menetapkan batas kadar air maksimum sebesar 5%.

Pencapaian kadar air yang rendah ini utamanya dijelaskan oleh proses pemasakan menggunakan teknik *deep frying* dengan api kecil selama 10-12 menit yang mampu menguapkan sebagian besar air bebas (*free water*). Selain itu, bahan baku tepung ikan lele yang ditambahkan memang sudah memiliki kadar air awal yang sangat rendah, yakni di bawah 10%.

Kadar Protein

Analisis kadar protein dilakukan untuk mengetahui pengaruh substitusi tepung ikan lele terhadap nilai gizi produk kue telur gabus. Protein adalah unsur gizi esensial yang dibutuhkan untuk menunjang pertumbuhan, memulihkan serta memelihara jaringan, dan mempertahankan keseimbangan fisiologis tubuh. Hasil uji kandungan protein kue telur gabus substitusi tepung ikan disajikan pada gambar 2.



Gambar 2. Hasil Analisis Uji Kadar Protein Kue Telur Gabus Substitusi Tepung Ikan Lele.

Hasil analisis kadar protein menunjukkan peningkatan yang linear dan signifikan seiring dengan bertambahnya persentase substitusi tepung ikan lele. Pada sampel kontrol (F0), kadar protein hanya sebesar 3,54%. Nilai ini murni berasal dari telur ayam yang digunakan dalam adonan dan belum memenuhi syarat minimal kadar protein cookies menurut SNI 2973:2022, yaitu sebesar 5%. Seiring dengan penambahan tepung ikan lele, kadar protein mengalami kenaikan. Pada perlakuan F1 (5%), protein naik menjadi 5,81%, dan puncaknya terjadi pada perlakuan substitusi 15% (F3) yang mencapai angka 10,34%, atau hampir tiga kali lipat lebih tinggi dibandingkan produk kontrol.

Kenaikan ini mengonfirmasi keberhasilan proses fortifikasi gizi pada kue telur gabus. Tepung ikan lele yang digunakan bertindak sebagai konsentrat protein yang sangat tinggi, mengandung protein sekitar 56-64% (Asrim et al., 2022). Hasil ini sejalan dengan penelitian dari Ramadani et al (2024) yang menjelaskan bahwa substitusi tepung ikan lele pada stik bawang berpengaruh nyata terhadap kadar protein, di mana semakin tinggi persentase tepung

ikan lele yang ditambahkan maka kadar protein cenderung mengalami kenaikan yang signifikan.

5. KESIMPULAN

Substitusi tepung ikan lele memberikan pengaruh yang nyata terhadap peningkatan kadar protein secara linier, perubahan profil warna produk yang semakin gelap akibat reaksi *Maillard*. Tingkat kekerasan tekstur dan kadar air produk yang fluktuatif memerlukan penanganan lebih lanjut seperti menggunakan proses penggorengan dengan suhu yang lebih terkontrol untuk memperoleh hasil yang lebih kredibel. Meskipun demikian, seluruh produk tetap mempertahankan kadar air yang rendah (2,67%-4,38%) sesuai dengan standar mutu SNI dan tingkat kekerasan yang masih tergolong renyah. Secara hedonik, tingkat substitusi hingga 15% tidak memberikan pengaruh beda nyata terhadap kesukaan aroma, tekstur, rasa, dan penerimaan keseluruhan, meskipun secara signifikan menurunkan tingkat kesukaan pada visual warna. Oleh karena itu, formulasi F3 (substitusi 15% tepung ikan lele) ditetapkan sebagai perlakuan terbaik karena mampu mengoptimalkan asupan protein hewani hingga 10,34% tanpa mengorbankan daya terima konsumen secara keseluruhan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, S. R., Moulia, M. N., & Varton, S. L. (2022). Pengaruh suhu dan waktu penggorengan keripik tempe terhadap mutu dan penerimaan konsumen. *Pro Food (Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan)*, 8(2), 73-82. <https://doi.org/10.29303/profood.v8i2.267>
- Aini, N., Lidia, L., & Ledyanna, A. (2025). Kandungan kadar air nugget bayam (*Amaranthus spp.*) dengan metode gravimetri. *Journal of Food Security and Agroindustry*, 3(2), 46-52. <https://doi.org/10.58184/jfsa.v3i2.666>
- Amirillah, S., Pertiwi, S. R. R., & Rifqi, M. (2024). Pengaruh substitusi tepung labu kuning terhadap kualitas kimia dan sensori kue akar kelapa. *Karimah Tauhid*, 3(10), 11582-11592. <https://doi.org/10.30997/karimahtauhid.v3i10.15646>
- Anggreini, D. A., Junianto, Rostika, R., & Rostini, I. (2025). Pengaruh penambahan tepung daging ikan nila terhadap tingkat kesukaan kue telur gabus. *Jurnal Perikanan*, 15(3), 1477-1486. <https://doi.org/10.29303/jp.v15i3.1571>
- Arvianto, A. A., Swastawati, F., & Wijayanti, I. (2016). Pengaruh fortifikasi tepung daging ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*) terhadap kandungan asam amino lisin pada biskuit. *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan*, 5(4), 20-25.
- Asrim, M. L., Mile, L., & Naiu, A. S. (2022). Formulasi dan karakterisasi roti manis yang disubstitusi tepung ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*) pada formula terpilih. *Jurnal Teknologi Hasil Perikanan*, 10(4), 163-170. <https://doi.org/10.37905/nj.v10i4.1276>

- Astiana, I., Lahay, A. F., Utari, S. P. S. D., Farida, I., Samanta, P. N., Budiadnyani, I. G. A., & Febrianti, D. (2023). Karakteristik organoleptik dan nilai gizi biskuit dengan fortifikasi tepung surimi ikan swanggi (*Priacanthus tayenus*). *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 26(1), 107-116. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v26i1.44286>
- Badan Standardisasi Nasional. (2015). *SNI 2346:2015 Pedoman pengujian sensori pada produk perikanan*. Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (2022). *SNI 2973:2022 Biskuit*. Badan Standardisasi Nasional.
- Charis, A. (2024). *Pengaruh marinasi dengan konsentrasi sari jeruk nipis berbeda terhadap sifat fisikokimia dan organoleptik fillet daging ikan lele dumbo (Clarias gariepinus)* (Skripsi, Universitas Semarang).
- Chhoeun, S., Vorn, C., Mith, H., & Sroy, S. (2025). Development and stability of dried fish powder made from *Clupeoides borneensis*. *Journal of Food Processing and Preservation*, 2025, Article 8865754. <https://doi.org/10.1155/jfpp/8865754>
- Clark, J. J., Charters, E. K., Cheng, K., Wan, B., Dunn, M., Manzie, T. G. H., Howes, D. G., Ward, E. C., Li, Q., & Clark, J. R. (2025). Quantifying bite forces for solid foods: Implications for patients postmandibular reconstruction. *Head & Neck*, 48(2), 346-356. <https://doi.org/10.1002/hed.70031>
- El Hosry, L., Elias, V., Chamoun, V., Halawi, M., Cayot, P., Nehme, A., & Bou-Maroun, E. (2025). Maillard reaction: Mechanism, influencing parameters, advantages, disadvantages, and food industrial applications: A review. *Foods*, 14(11), Article 1881. <https://doi.org/10.3390/foods14111881>
- Handayani, D. D., Nurlaela, R. S., & Nurhalimah, S. (2026). Pengaruh aktivitas air dan kadar air terhadap kerenyahan snack ekstrudat berbasis tepung jagung selama penyimpanan. *Karimah Tauhid*, 5(2), 616-622. <https://doi.org/10.30997/karimahtauhid.v5i2.22798>
- Harahap, S. E., Purwanto, Y. A., Buijanto, S., & Maharijaya, A. (2017). Karakterisasi kerenyahan dan kekerasan beberapa genotipe kentang (*Solanum tuberosum* L.) hasil pemuliaan. *Jurnal Pangan*, 26(3). <https://doi.org/10.33964/jp.v26i3.358>
- Hasanah, U., Ulya, M., & Purwandari, U. (2020). Pengaruh penambahan tempe dan tepung tapioka terhadap karakteristik fisikokimia dan hedonik nugget nangka muda (*Artocarpus heterophyllus* Lamk.). *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 8(3), 154-162. <https://doi.org/10.21776/ub.jp.a.2020.008.03.5>
- Hossain, M. J., Alam, A. N., Lee, E. Y., Hwang, Y. H., & Joo, S. T. (2024). Umami characteristics and taste improvement mechanism of meat. *Food Science of Animal Resources*, 44(3), 515-532. <https://doi.org/10.5851/kosfa.2024.e29>
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2017). *Tabel komposisi pangan Indonesia*. Direktorat Jenderal Kesehatan Masyarakat.
- Khairunnisa, A. R. (2023). *Kajian pembuatan telur gabus keju dengan substitusi tepung hati ayam sebagai makanan selingan tinggi zat besi tahun 2023* (Diploma thesis, Poltekkes Kemenkes Tanjungkarang).
- Kusuma, N. Y., Dzahabirahma, N., Nurkhofifah, A., Febriana, R., & Mahdiah. (2025). Kualitas sensoris dan daya terima kue sagu keju substitusi tepung tempe. *Journal of Innovative and Creativity*, 5(2), 16460-16474. <https://doi.org/10.31004/joecy.v5i2.2311>

- Larasati, A., Sachriani, & Yulianti, Y. (2025). Pengaruh substitusi tepung kacang tunggak (*Vigna unguiculata*) dalam pembuatan kue akar kelapa terhadap kualitas fisik dan mutu sensori. *Jurnal Review Pendidikan dan Pengajaran*, 8(3), 7743-7750. <https://doi.org/10.31004/jrpp.v8i3.50854>
- Lim, J. (2011). Hedonic scaling: A review of methods and theory. *Food Quality and Preference*, 22(8), 733-747. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2011.05.008>
- Listiana, L. (2016). *Pengaruh substitusi tepung ikan tongkol terhadap kadar protein, kekerasan, dan daya terima biskuit* (Skripsi, Universitas Muhammadiyah Surakarta).
- Mubarak, A. Z., & Winata, A. (2020). Pengaruh substitusi tepung terigu dengan tepung umbi dahlia dan konsentrasi *baking powder* terhadap karakteristik fisik *cookies* kaya serat. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 9(4), 175-180. <https://doi.org/10.17728/jatp.5864>
- Novidahlia, N., Fitriani, C., & Hapsari, D. R. (2023). Karakteristik kimia dan sensori kulit *pie* berbahan dasar tepung *mocaf* (*modified cassava flour*) dan tepung kepala ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*). *Jurnal Agroindustri Halal*, 9(1), 82-91. <https://doi.org/10.30997/jah.v9i1.8169>
- Qi, Y., Wang, W., Yang, T., Ding, W., & Xu, B. (2025). Maillard reaction in flour product processing: Mechanism, impact on quality, and mitigation strategies of harmful products. *Foods*, 14(15), Article 2721. <https://doi.org/10.3390/foods14152721>
- Ramadani, V., Rohmayanti, T., & Aminah, S. (2024). Karakteristik kimia dan sensori stik bawang dengan penambahan tepung ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*). *Jurnal Agroindustri Halal*, 10(3), 334-343. <https://doi.org/10.30997/jah.v10i3.10284>
- Ramadhani, F., & Murtini, E. S. (2017). Pengaruh jenis tepung dan penambahan perenyah terhadap karakteristik fisikokimia dan organoleptik kue telur gabus keju. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 5(1), 38-47.
- Ramadiani, A., & Indrawati, V. (2024). Daya terima dan kandungan gizi *cookies* substitusi tepung kacang merah dan kurma sebagai alternatif makanan tambahan untuk anak sekolah (6-12 tahun). *HARENA: Jurnal Gizi*, 4(2). <https://doi.org/10.25047/harena.v4i2.4981>
- Ristanti, I. K., Nafies, D. A. A., Prasiwi, N. W., & Lailiyah, E. J. (2024). Hubungan asupan protein dengan status gizi pada remaja putri di pondok pesantren Kabupaten Tuban. *Jurnal Mitra Kesehatan*, 6(2), 139-147. <https://doi.org/10.47522/jmk.v6i2.297>
- Safitri, E., Anggo, A. D., & Rianingsih, L. (2023). Pengaruh penambahan tepung ikan nila (*Oreochromis niloticus*) terhadap kualitas dan daya terima *fish flakes*. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Perikanan*, 5(1), 52-61. <https://doi.org/10.14710/jitpi.2023.15698>
- Simamora, E. S. (2020). *Daya terima cemilan telur gabus dengan penambahan biji durian (Durio zibethinus Murr.) sebagai makanan tambahan anak sekolah* (Karya tulis ilmiah, Poltekkes Kemenkes Medan).
- Siswantoro, J. (2019). Application of color and size measurement in food products inspection. *Indonesian Journal of Information Systems*, 1(2), 90-107.
- Starowicz, M., & Zieliński, H. (2019). How Maillard reaction influences sensorial properties (color, flavor, and texture) of food products. *Food Reviews International*. <https://doi.org/10.1080/87559129.2019.1600538>

- Suryaningrum, T. D., Ikasari, D., Supriyadi, & Purnomo, A. H. (2016). Karakteristik kerupuk panggang ikan lele (*Clarias gariepinus*) dari beberapa perbandingan daging ikan dan tepung tapioka. *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*, 11(1), 25-40. <https://doi.org/10.15578/jpbkp.v11i1.234>
- Susanto, J., Setyawardani, T., & Widodo, H. S. (2025). Perbandingan pengukuran protein metode Bradford dan titrasi formol pada susu segar terhadap protein, lama analisis, dan biaya. *Jurnal Ilmu Teknologi dan Peternakan*, 13(1), 1-8. <https://doi.org/10.20956/jitp.v13i1.34582>
- Ulfa, E. D., Yana, Y., & Suganda, N. D. H. (2024). Pengaruh penambahan ekstrak daun sungkai (*Peronema canescens* Jack) terhadap karakteristik kue telur gabus ikan kembung (*Rastrelliger* sp.). *Jurnal Teknik Kimia Vokasional*, 4(2), 46-54.