



## Formulasi Mie Kering dari Ubi Jalar Kuning (*Ipomoea batatas*) dan Tepung Ikan Gabus (*Channa striata*) untuk Ibu Hamil Kurang Energi Kronis

Chaidir Masyhuri Majiding<sup>✉</sup>, Fahrul Rozi

Prodi Gizi, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Mulawarman, Indonesia

### Article Info

History article :

Submit: 2025-11-02

Accepted: 2025-12-09

Publish: 2025-07-30

Keywords:

CED, dried noodles, pregnant women, snakehead fish, yellow sweet potato

DOI:

<https://doi.org/10.15294/ijphn.v5i2.35792>

### Abstrak

**Latar Belakang:** Penelitian ini bertujuan untuk memformulasikan mie kering berbahan ubi jalar kuning (*Ipomoea batatas*) dan tepung ikan gabus (*Channa striata*) sebagai alternatif pangan fungsional untuk ibu hamil dengan Kekurangan Energi Kronis (KEK). **Metode:** metode eksperimental dengan rancangan deskriptif-kuantitatif yang dilakukan di Laboratorium Gizi dan Kulinari Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Mulawarman pada Maret 2025. Hasil: Empat formula diuji dengan variabel bebas berupa proporsi ubi jalar dan tepung ikan gabus, serta variabel terikat berupa mutu organoleptik, fisik, dan kimia. Penilaian organoleptik dilakukan oleh 42 panelis menggunakan uji hedonik 7 skala; data dianalisis dengan ANOVA dan uji lanjut Duncan.

**Hasil:** menunjukkan Formula 4 (F4) memiliki skor warna tertinggi ( $5,33 \pm 0,81$ ), daya serap air  $55,43 \pm 0,66\%$ , cooking loss  $10,51 \pm 0,41\%$ , dan kadar protein 23,8%. Substitusi bahan meningkatkan nilai gizi mie tanpa menurunkan penerimaan panelis secara signifikan.

**Kesimpulan:** formulasi mie kering ubi jalar kuning dan tepung ikan gabus menghasilkan produk bergizi tinggi, berwarna menarik, dan berpotensi mendukung pemenuhan kebutuhan energi serta protein ibu hamil KEK. Saran kedepannya diperlukan pengujian lebih lanjut mengenai efek pada ibu hamil KEK

### Abstract

**Background:** This study aimed to formulate dried noodles made from yellow sweet potato (*Ipomoea batatas*) and snakehead fish flour (*Channa striata*) as a functional food alternative for pregnant women with Chronic Energy Deficiency (CED).

**Methods:** This research employed an experimental design with a descriptive-quantitative approach conducted at the Nutrition and Culinary Laboratory, Faculty of Public Health, Universitas Mulawarman, in March 2025. Results: Four formulations were tested with independent variables of sweet potato and fish flour proportions, and dependent variables of organoleptic, physical, and chemical qualities. Organoleptic tests were conducted on 42 panelists using a 7-point hedonic scale; data were analyzed using ANOVA and Duncan's test.

**Results** showed that Formula 4 (F4) had the highest color score ( $5.33 \pm 0.81$ ), water absorption  $55.43 \pm 0.66\%$ , cooking loss  $10.51 \pm 0.41\%$ , and protein content 23.8%. Substitution improved the noodle's nutritional value without significantly affecting sensory acceptance.

**Conclusion:** yellow sweet potato and snakehead fish flour noodles produced a high-nutrient product with appealing color and potential to support energy and protein needs of CED pregnant women. Future studies are required to evaluate the effects of this formulated product on pregnant women with CED.

©2025 Universitas Negeri Semarang

<sup>✉</sup> Correspondence Address:  
Universitas Mulawarman, Indonesia  
Email : [chaidirmd@fkm.unmul.ac.id](mailto:chaidirmd@fkm.unmul.ac.id)

## Pendahuluan

Masa kehamilan merupakan tahap krusial yang menentukan kualitas generasi mendatang. Kesehatan ibu pada masa lalu, serta kondisi fisiknya saat ini, menjadi fondasi penting bagi tumbuh kembang anak. Berbagai tantangan yang dihadapi ibu hamil, seperti kemiskinan, rendahnya tingkat pendidikan, pola makan yang tidak sehat, serta kondisi kesehatan yang kurang optimal, turut memengaruhi status gizi ibu dan meningkatkan potensi komplikasi selama kehamilan (Arantika & Pratiwi, 2019; Hariyani et al., 2024).

Kekurangan Energi Kronis (KEK) pada ibu hamil merupakan kondisi kurang gizi yang terjadi akibat asupan energi dan protein yang tidak mencukupi dalam waktu lama. Kondisi ini umumnya berkembang selama bertahun-tahun dan berdampak pada cadangan energi tubuh yang rendah. Ibu hamil yang mengalami KEK berisiko lebih besar mengalami komplikasi kehamilan, kelahiran prematur, bayi dengan berat lahir rendah, serta gangguan pertumbuhan janin. Secara klinis, KEK pada ibu hamil dapat diidentifikasi melalui ukuran Lingkar Lengan Atas (LILA)  $\leq 23,5$  cm serta peningkatan berat badan yang tidak sesuai kurva standar pada setiap trimester kehamilan (Kementerian Kesehatan RI, 2018; Kusuma et al., 2019).

Berdasarkan hasil Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) (2018), prevalensi ibu hamil yang mengalami Kekurangan Energi Kronis (KEK) di Indonesia pada tahun 2013 adalah 24,2%, kemudian menurun menjadi 17,3% pada tahun 2018 (Ramadhanti et al., 2023). Namun, kondisi di Provinsi Kalimantan Timur menunjukkan angka yang lebih tinggi, yaitu sebesar 19,5% pada tahun 2018, sehingga masih berada di atas rata-rata nasional (Hidayah, 2020). Angka tersebut juga masih masuk dalam kategori masalah kesehatan masyarakat tingkat sedang (10–19%) menurut klasifikasi WHO, dan belum mencapai target penurunan yang diharapkan, yaitu di bawah 10%. Situasi ini menegaskan perlunya upaya-upaya konkret dalam membantu menurunkan angka prevalensi tersebut.

Pemenuhan gizi yang optimal pada ibu hamil tidak hanya penting untuk menjaga kesehatan ibu selama kehamilan, tetapi juga

berperan dalam mendukung pertumbuhan janin agar lahir dalam kondisi sehat. Asupan gizi yang memadai juga berperan dalam membangun cadangan gizi bagi ibu setelah melahirkan dan mendukung produksi ASI guna memenuhi kebutuhan bayi pada awal kehidupannya (Rahmawati et al., 2025). Oleh karena itu, diperlukan upaya yang tepat dalam rangka mencegah dan mengatasi permasalahan gizi pada ibu hamil. Salah satu langkah yang dapat dilakukan adalah mengembangkan produk pangan alternatif dari pangan lokal untuk meningkatkan kecukupan energi dan protein pada ibu hamil, khususnya di wilayah Kalimantan Timur.

Mie adalah salah satu jenis makanan yang dapat dikembangkan sebagai solusi. Perkembangan pesat konsumsi mie di Indonesia memberi pelajaran bahwa mie merupakan jenis makanan yang sesuai dengan kebutuhan atau kesukaan konsumen Indonesia, bahkan dapat dikatakan mie telah menjadi pangan alternatif utama setelah nasi. Mie termasuk makanan cepat saji yang keberadaannya tidak dapat dipungkiri mampu menjadi bagian dalam pola makan masyarakat Indonesia. Mie dapat berperan sebagai makanan penunjang, dan tidak jarang dijumpai masyarakat yang mengonsumsi mie bersamaan dengan makanan lainnya (Ayu et al., 2024).

Selama ini mie yang beredar di pasaran banyak berbahan dasar tepung terigu. Namun, penggunaan terigu yang tinggi tidak sejalan dengan ketersediaannya karena Indonesia masih mengimpor sebagian besar kebutuhan tepung terigu. Ubi jalar dapat menjadi bahan substitusi yang potensial dalam pembuatan mie karena mudah diperoleh, kaya gizi, dan dapat meningkatkan nilai pangan lokal. Provinsi Kalimantan Timur merupakan daerah potensial penghasil tanaman pangan lokal salah satunya adalah ubi jalar. Mengingat ketersediaan tanaman ubi jalar yang melimpah di Kalimantan Timur maka akan mengangkat potensi bahan pangan lokal tersebut menjadi lebih fungsional. Keunggulan ubi jalar (*Ipomoea batatas* L.) terutama pada kandungan karbohidratnya yang ( $\pm 82\text{--}88$  g/100 g) serta mengandung mineral seperti kalsium, fosfor, zat besi, dan zink, sehingga berpotensi sebagai sumber energi dan pangan lokal yang bernilai

gizi baik (Dako et al., 2016; Laurie et al., 2022). Total kandungan kalori pada ubi jalar sebesar 377 kkal/100 g bahan, sehingga jika dimanfaatkan sebagai bahan pangan pokok relatif sama dibandingkan dengan nasi atau tepung lain. Bahkan zat gizi yang terkandung dalam ubi jalar dapat mengimbangi zat gizi yang terdapat pada gandum (Dako et al., 2016).

Mie kering pada umumnya dibuat dari tepung terigu yang memiliki kandungan protein relatif rendah. Berdasarkan penelitian Chua et al., (2020), mie kering konvensional hanya mengandung sekitar 9–11 g protein/100 g bahan sehingga pengayaan protein diperlukan untuk meningkatkan nilai gizinya. Oleh karena itu untuk meningkatkan kandungan protein pada mie kering tersebut dapat dilakukan dengan menambahkan sumber protein hewani yang berasal dari ikan. Upaya meningkatkan kandungan protein pada mie dapat dilakukan melalui penambahan tepung ikan gabus. Ikan gabus banyak ditemukan dan dibudidayakan di sepanjang DAS Mahakam, sehingga ketersediaannya cukup stabil. Ikan ini juga digemari oleh masyarakat Kalimantan Timur karena rasanya enak, berdaging tebal, berwarna putih, serta sedikit tulang sehingga mudah diolah. Studi yang dilakukan Permatasari et al., (2021) menunjukkan bahwa tepung ikan gabus (*Channa striata*) memiliki kandungan protein hingga 79,62% dan energi kurang lebih 363 kkal per 100 g produk tepung, sehingga ikan gabus cocok dijadikan sebagai bahan substitusi dalam produk pangan salah satunya mie.

Berdasarkan penjelasan diatas, melihat potensi gizi ubi jalar dan ikan gabus yang dapat dimanfaatkan sebagai alternatif pangan lokal fungsional untuk membantu mengatasi masalah Kekurangan Energi Kronis (KEK) pada ibu hamil, ditambah belum adanya penelitian yang memformulasikan mie kering berbahan dasar kombinasi ubi jalar dan tepung ikan gabus. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk merumuskan formula awal produk mie kering berbahan ubi jalar dan tepung ikan gabus serta mengevaluasi mutu organoleptik, mutu fisik, dan kandungan zat gizinya sehingga diperoleh formula yang paling diterima. Hasil formulasi ini belum ditujukan untuk menilai efek konsumsi pada ibu hamil KEK, namun dapat dijadikan dasar dan penguat bagi pengembangan produk

pangan fungsional berbasis pangan lokal yang berpotensi mendukung pemenuhan gizi ibu hamil KEK melalui penelitian lanjutan yang lebih komprehensif.

## Metode

Penelitian ini adalah penelitian eksperimental dengan pendekatan deskriptif-kuantitatif yang dilaksanakan di Laboratorium Gizi dan Kulinari, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Mulawarman pada bulan Maret 2025. Penelitian ini memiliki variabel bebas yaitu proporsi ubi jalar kuning dan tepung ikan gabus yang dibuat dalam bentuk 4 formula, serta memiliki variabel terikat berupa karakteristik mutu organoleptik, karakteristik fisik mie kering, dan karakteristik kimiawati mie kering.

Uji organoleptik dilakukan untuk menilai tingkat penerimaan panelis terhadap mie kering hasil formulasi dengan substitusi ubi jalar kuning dan tepung ikan gabus. Pengujian menggunakan uji hedonik dengan skala kesukaan 1–7, di mana nilai 1 menunjukkan “sangat tidak suka” dan nilai 7 menunjukkan “sangat suka”. Sebanyak 42 panelis tidak terlatih dilibatkan dalam pengujian dengan metode accidental sampling dan diberikan penjelasan lengkap sebelum pengujian dimulai. Sampel mie direhidrasi dengan merebus mie kering selama 3–5 menit, kemudian disajikan tanpa penambahan bumbu untuk mempertahankan karakter sensorik asli produk. Setiap panelis menerima empat sampel mie (F1–F4) yang telah diberi kode acak tiga digit serta diacak urutan penyajiannya untuk mencegah bias urutan dan pengaruh preferensi awal. Panelis juga disediakan air mineral sebagai penetral antar sampel. Parameter yang dinilai meliputi warna, aroma, rasa, kekenyalan, dan mouthfeel. Skor hedonik dicatat oleh panelis pada lembar penilaian individu. Data penilaian kemudian dianalisis menggunakan uji ANOVA untuk mengetahui perbedaan tingkat kesukaan antar formula. Pemilihan ANOVA didasarkan pada praktik umum dalam analisis uji hedonik, di mana data skala ordinal 7 poin dianggap mendekati interval sehingga memenuhi asumsi untuk analisis parametrik, terutama dengan jumlah panelis yang relatif besar (Marques et al., 2022). Jika ANOVA menunjukkan perbedaan

yang signifikan, analisis dilanjutkan dengan uji Duncan untuk menentukan pasangan formula yang berbeda nyata. Uji ini bertujuan menentukan formula yang paling diterima secara sensoris dan layak untuk dianalisis karakteristik kimiawinya.

Pada karakteristik fisik mie kering yang dianalisis dalam penelitian ini meliputi daya serap air, cooking loss, elastisitas, dan warna. Daya serap air ditentukan dengan mengukur perbandingan peningkatan berat mie sebelum dan sesudah proses rehidrasi melalui perebusan, sehingga menggambarkan kemampuan mie menyerap air saat disajikan. Cooking loss dihitung sebagai persentase kehilangan padatan yang terlarut ke dalam air perebusan, yang menunjukkan kestabilan struktur mie selama pemasakan. Elastisitas dianalisis menggunakan Texture Analyzer CT-03 (Brookfield) dengan metode compression test untuk menggambarkan tingkat kekenyalan dan kekuatan struktur gluten maupun matriks pati-protein dalam mie. Sementara itu, warna dianalisis menggunakan Colour Reader berdasarkan nilai  $L^*$  (kecerahan) dan  $b^*$  (kekuningan), untuk melihat perubahan tampilan visual akibat substitusi ubi jalar dan tepung ikan gabus. Data karakteristik fisik yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan uji ANOVA (Analysis of Variance) pada taraf signifikansi 0,05 untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan yang signifikan antar formula mie kering.

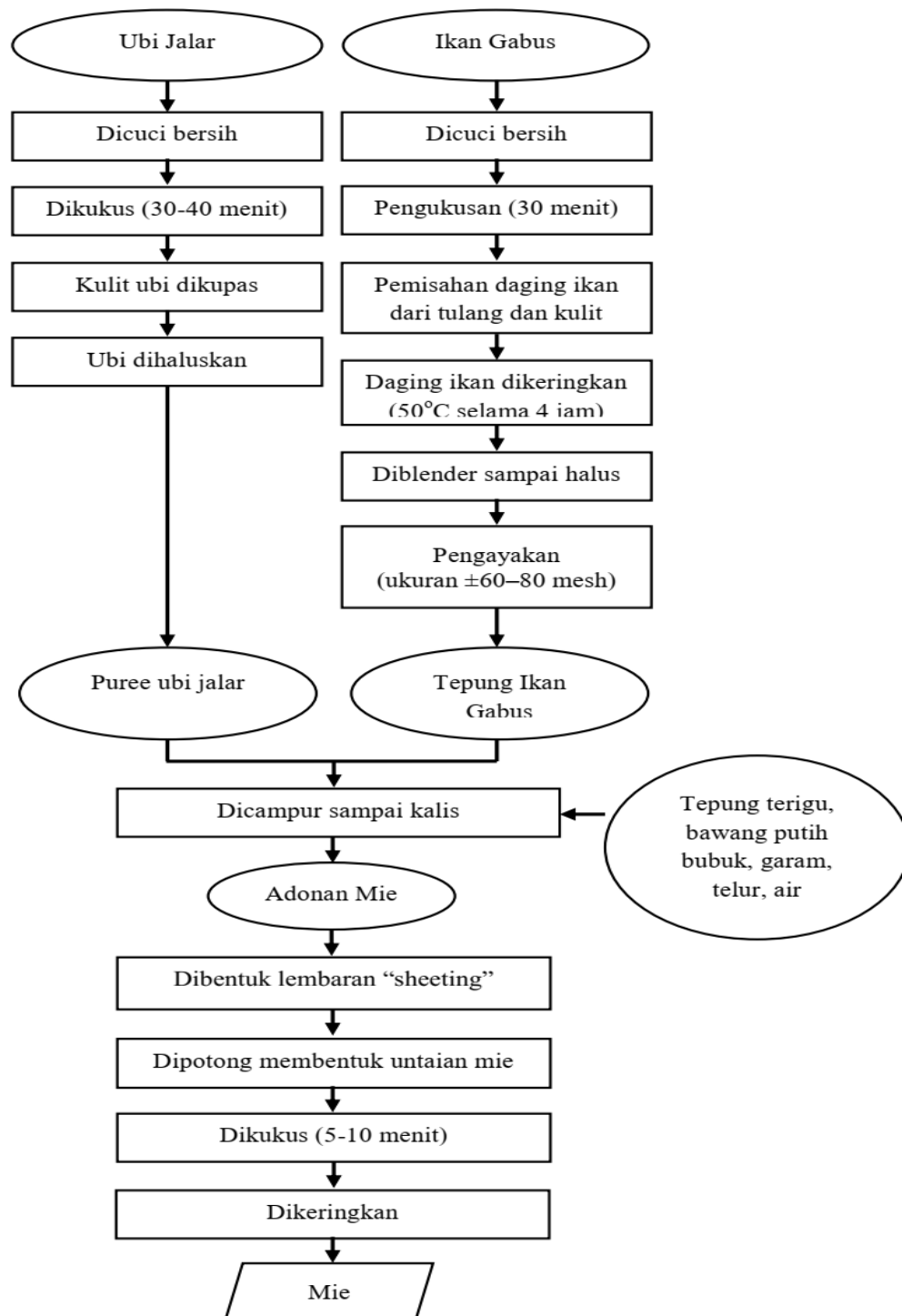
Analisis karakteristik kimiawi pada penelitian ini hanya dilakukan pada satu formula terpilih yang diperoleh dari hasil uji organoleptik dan karakteristik fisik. Karakteristik kimiawi mie kering dianalisis untuk mengetahui komposisi dari air, abu, protein, lemak, dan karbohidrat, yang selanjutnya digunakan untuk menghitung nilai energi total produk. Kadar air ditentukan menggunakan metode gravimetri melalui pengeringan sampel dalam oven pada suhu 105°C hingga berat konstan, untuk melihat stabilitas dan daya simpan produk. Kadar abu dianalisis dengan metode pengabuan kering menggunakan tanur pada suhu 550–600°C, yang menggambarkan jumlah mineral total non-organik dalam produk. Kadar protein ditetapkan menggunakan metode Kjeldahl,

yaitu dengan mengukur kandungan nitrogen total dan mengonversinya menjadi protein. Kadar lemak dianalisis dengan metode Soxhlet menggunakan pelarut organik untuk mengekstraksi lipid dari sampel. Karbohidrat dihitung menggunakan metode by difference, yaitu pengurangan total kadar air, abu, protein, dan lemak dari 100%. Nilai energi dihitung menggunakan rumus konversi standar yaitu 4 kkal/g untuk protein, 9 kkal/g untuk lemak, dan 4 kkal/g untuk karbohidrat, sehingga memberikan gambaran nilai gizi energi produk sebagai sumber kalori potensial.

### Hasil dan Pembahasan

Penelitian formulasi Produk Mie Kering Substitusi Ubi Jalar Kuning (*Ipomoea batatas*) dan Tepung Ikan Gabus (*Channa striata*) untuk Ibu Hamil Kurang Energi Kronis (KEK) melibatkan serangkaian uji coba dan eksperimen untuk menghasilkan beberapa formula yang nantinya akan diuji lebih lanjut. Bahan baku mie kering dalam penelitian ini adalah umbi ubi jalar dalam keadaan utuh, bukan dalam bentuk tepung ataupun pati. Alasan utama adalah lebih praktis dan murah, karena umbi ubi jalar tanpa perlu proses pengolahan lebih dulu menjadi tepung ataupun pati, sehingga menghemat waktu dan biaya. Bahan baku yang selanjutnya adalah tepung ikan gabus. Berbeda dengan ubi jalar, ikan gabus dibuat dalam bentuk tepung terlebih dahulu untuk meminimalisir bau amis dan membuat ikan gabus menjadi lebih awet atau tidak mudah busuk jika dibuat dalam bentuk tepung. Bahan tambahan yang digunakan dalam pembuatan mie kering selanjutnya adalah campuran tepung terigu dan tepung tapioka. Tujuan penggunaan tepung terigu adalah pertimbangan kandungan protein terigu (glutenin dan gliadin) yang membentuk gluten dan akan menyumbang karakter elastik-kenyal pada produk mie. Formula dasar mie kering tersebut diatas kemudian diperkaya dengan penambahan garam dan telur. Telur diharapkan selain meningkatkan kandungan gizi mie, juga diharapkan dapat memberikan karakter mie lebih kenyal, kompak, dan tidak lengket. Sementara penambahan garam dan bawang putih bubuk pada adonan mie memberikan karakter mie berasa gurih tetapi

tidak menghilangkan rasa dan aroma manis ubi.



Gambar 1. Alur pembuatan mie kering substitusi ubi jalar kuning dan tepung ikan gabus

Setelah melalui serangkaian proses uji coba maka didapatkan 4 formula mie kering dimana 3 formula (F2, F3, dan F4) merupakan formula dengan menggunakan bahan utama

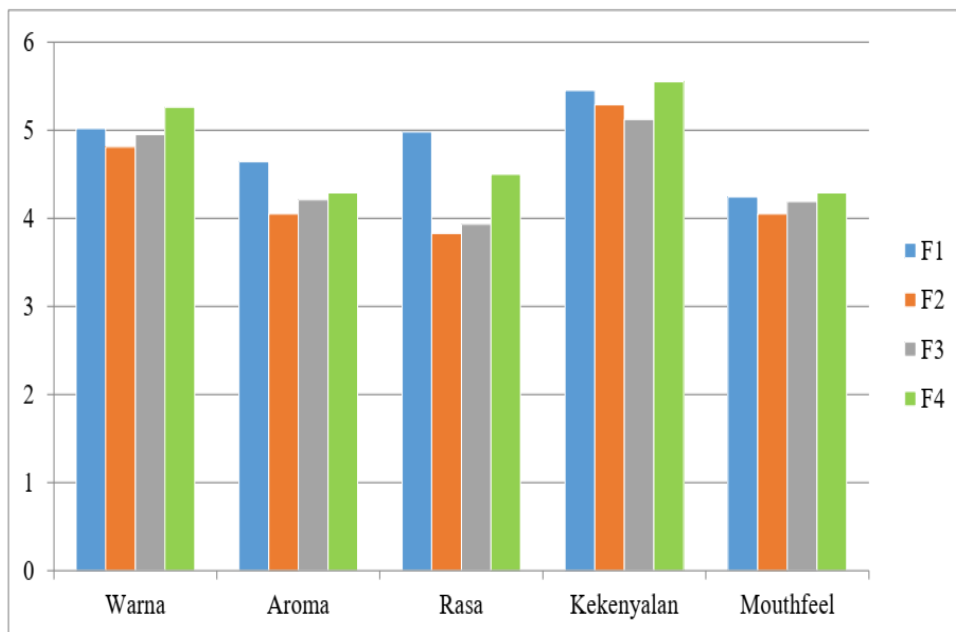
ubi jalar kuning dan ikan gabus, sementara 1 formula (F1) merupakan formula pembanding/standar tanpa menggunakan bahan utama. Formulasi mie kering dapat dilihat pada tabel 1.

**Tabel 1.** Formulasi mie kering substitusi ubi jalar kuning dan tepung ikan gabus (100 g)

Bahan	F1	F2	F3	F4
Ubi Jalar Kuning (g)	0	45	70	100
Tepung Ikan Gabus (g)	0	22	17	13
Tepung Terigu (g)	150	85	65	45
Putih Telur (g)	13	13	13	13
Garam (g)	2	2	2	2
Bawang Putih Bubuk (g)	2	2	2	2
Air (ml)	30	30	30	30

Formulasi mie kering pada penelitian ini dirancang dengan mempertimbangkan aspek sensori agar menghasilkan produk yang sesuai sebagai alternatif pangan fungsional bagi ibu hamil dengan risiko Kekurangan Energi Kronis (KEK). Substitusi tepung terigu dengan ubi jalar kuning dan tepung ikan gabus dilakukan untuk mengetahui profil warna, rasa, aroma, kekenyalan, dan mouthfeel. Ubi jalar kuning dipilih karena merupakan sumber energi yang baik dengan kandungan karbohidrat kompleks dalam bentuk pati yang dapat dicerna secara

bertahap, sehingga mampu menyediakan suplai energi yang lebih stabil dan tahan lama dibandingkan karbohidrat sederhana, selain itu ubi jalar juga mengandung  $\beta$ -karoten sebagai prekursor vitamin A yang penting untuk mendukung fungsi imun dan perkembangan jaringan janin (Rahmawati et al., 2025), sedangkan tepung ikan gabus digunakan sebagai sumber protein yang diketahui berfungsi dalam mempertahankan keseimbangan cairan dan mendukung perbaikan jaringan tubuh termasuk pada ibu hamil (Anggarini, 2015).



Gambar 2. Grafik hasil uji organoleptik mie kering substitusi ubi jalar kuning dan tepung ikan gabus



**Tabel 2.** Rata-rata penerimaan organoleptik mie kering substitusi ubi jalar kuning dan tepung ikan gabus serta signifikansinya

Parameter	F1	F2	F3	F4
Warna	5.05 ± 0.83 <sup>ab</sup>	4.60 ± 0.89 <sup>c</sup>	4.93 ± 0.88 <sup>b</sup>	5.33 ± 0.81 <sup>a</sup>
Aroma	4.60 ± 0.74 <sup>a</sup>	4.10 ± 0.80 <sup>b</sup>	4.07 ± 0.78 <sup>b</sup>	4.40 ± 0.76 <sup>a</sup>
Rasa	5.21 ± 0.73 <sup>a</sup>	3.86 ± 0.91 <sup>b</sup>	3.88 ± 0.88 <sup>b</sup>	4.38 ± 0.90 <sup>a</sup>
Kekenyalan	5.50 ± 0.68 <sup>a</sup>	5.48 ± 0.66 <sup>a</sup>	5.21 ± 0.70 <sup>a</sup>	5.48 ± 0.72 <sup>a</sup>
Mouthfeel	4.29 ± 0.68 <sup>a</sup>	4.12 ± 0.72 <sup>a</sup>	4.31 ± 0.66 <sup>a</sup>	4.29 ± 0.74 <sup>a</sup>

Keterangan: Huruf *subscript* yang berbeda dalam satu baris menunjukkan adanya perbedaan nyata pada taraf  $p < 0,05$ .

Hasil uji organoleptik menunjukkan bahwa substitusi ubi jalar kuning berperan besar terhadap peningkatan warna produk. F4 dengan konsentrasi ubi jalar tertinggi memperoleh skor warna tertinggi dan berbeda nyata dibanding F2 dan F3, namun tidak berbeda dengan F1. Hal ini disebabkan oleh kandungan ubi jalar kuning yang lebih tinggi pada F4 yang memberikan pigmen karotenoid alami sehingga menghasilkan warna mie yang lebih cerah dan menarik. Hal ini sejalan dengan penelitian lain yang menyebutkan bahwa pigmen karotenoid pada umbi berwarna oranye relatif tahan terhadap berbagai perlakuan pengolahan dan berkontribusi pada penampilan menarik produk pangan (Chandrasekara dan Kumar, 2016). Hasil ini diperkuat oleh Huang et al. (2019) yang melaporkan bahwa warna oranye produk ubi jalar tetap cerah setelah pengolahan dengan retensi  $\beta$ -karoten lebih dari 70%, sehingga memperkuat kesan visual yang disukai konsumen. Warna yang lebih cerah cenderung dikaitkan dengan kesan segar dan alami, sehingga menjadi salah satu faktor awal yang meningkatkan minat konsumsi khususnya pada produk mie yang secara umum dikenal memiliki variasi warna yang terbatas.

Sementara itu, pada parameter aroma juga menunjukkan perbedaan signifikan. F1 memiliki skor aroma tertinggi dan berbeda signifikan dengan F2 dan F3 yang memiliki skor lebih rendah. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan proporsi tepung ikan gabus pada F2 dan F3 menghasilkan aroma ikan yang lebih kuat, sehingga hasil organoleptik aromanya berbeda nyata dan lebih rendah pada kedua formula tersebut. Namun begitu, pada F4 aroma kembali meningkat dan tidak berbeda nyata dengan F1, hal ini diduga karena dominasi aroma ubi jalar kuning yang menutupi aroma

ikan sehingga menghasilkan keseimbangan aroma yang lebih baik. Hasil ini sejalan dengan penelitian Chen et al., (2024) yang melaporkan bahwa efek masking/deodorizing dapat terjadi pada matriks pangan yang diakibatkan pati dari umbi yang berikatan melalui pembentukan kompleks bertipe-V, sehingga senyawa bau amis ikan dapat berkurang.

Pada parameter rasa, F1 masih memiliki skor tertinggi namun tidak berbeda signifikan dengan F4, artinya substitusi tepung yang tinggi cenderung tidak berbeda dari segi rasa dengan F1 yang merupakan formula standar. Namun dari beberapa kesan panelis menunjukkan bahwa F4 memiliki kesan rasa yang sedikit lebih manis. Hasil ini konsisten dengan penelitian Astuti et al. (2018) yang menyatakan bahwa tepung/puree ubi jalar memberi “natural sweetness” dan memperbaiki penerimaan rasa, walau perlu optimasi tekstur/gluten. Penelitian lain juga memperkuat hasil penelitian ini yang menyatakan bahwa mie yang menggunakan campuran puree ubi jalar dinilai oleh panelis memiliki “moderate sweetness” atau kemanisan moderat yang bisa diterima oleh konsumen (Wei et al., 2024).

Sementara itu parameter kekenyalan dan mouthfeel tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan antar formula. Hal ini menunjukkan bahwa substitusi ubi jalar kuning dan tepung ikan gabus masih berada dalam rentang yang tidak merusak struktur gluten dari tepung terigu, yang berperan penting dalam pembentukan elastisitas mie. Kondisi ini menjadi keuntungan karena formulasi gizi dapat dimodifikasi tanpa mengorbankan kualitas tekstur yang merupakan salah satu faktor paling menentukan dalam konsumsi mie.

**Tabel 3.** Karakteristik fisik mie kering substitusi ubi jalar kuning dan tepung ikan gabus serta signifikansinya

Formula	Daya Serap Air (%)	Elastisitas (%)	Cooking Loss (%)	Warna	
				L*	b*
F1	38,27 ± 0,47 <sup>a</sup>	35,33 ± 0,66 <sup>d</sup>	6,74 ± 0,23 <sup>a</sup>	31,54 ± 0,23 <sup>a</sup>	18,12 ± 0,40 <sup>a</sup>
F2	44,59 ± 0,72 <sup>b</sup>	21,17 ± 0,89 <sup>c</sup>	9,81 ± 0,58 <sup>b</sup>	39,42 ± 0,40 <sup>b</sup>	23,33 ± 0,38 <sup>b</sup>
F3	50,16 ± 0,62 <sup>c</sup>	18,75 ± 0,64 <sup>b</sup>	9,10 ± 0,37 <sup>b</sup>	40,37 ± 0,33 <sup>c</sup>	24,04 ± 0,37 <sup>c</sup>
F4	55,43 ± 0,66 <sup>d</sup>	16,44 ± 0,65 <sup>a</sup>	10,51 ± 0,41 <sup>c</sup>	41,31 ± 0,41 <sup>d</sup>	24,87 ± 0,33 <sup>d</sup>

Keterangan: Huruf *subscript* yang berbeda dalam satu kolom menunjukkan adanya perbedaan nyata pada taraf  $p < 0,05$ .

Hasil penelitian menunjukkan bahwa daya serap air meningkat seiring dengan meningkatnya substitusi tepung ikan gabus dan ubi jalar kuning pada formulasi mie kering. Formula F4 memiliki daya serap air tertinggi (55,43 ± 0,66%), sedangkan F1 terendah (38,27 ± 0,47%). Hal ini disebabkan oleh tingginya kandungan protein pada tepung ikan gabus yang memiliki kemampuan mengikat air lebih besar melalui interaksi gugus polar protein dengan molekul air. Selain itu, kandungan amilosa pada ubi jalar juga berkontribusi terhadap peningkatan kapasitas penyerapan air selama proses pemasakan (Ma et al., 2022). Uji ANOVA menunjukkan perbedaan signifikan antar perlakuan ( $p < 0,05$ ), sehingga dapat disimpulkan bahwa variasi substitusi bahan mempengaruhi kemampuan mie menyerap air selama hidrasi.

Elastisitas mie kering menurun seiring dengan meningkatnya substitusi tepung ikan gabus dan ubi jalar kuning. F1 memiliki elastisitas tertinggi (35,33 ± 0,66%), sedangkan F4 terendah (16,44 ± 0,65%). Penurunan elastisitas ini berkaitan dengan berkurangnya proporsi tepung terigu, yang merupakan satu-satunya bahan yang menyediakan protein gluten. Gluten berperan dalam pembentukan jaringan elastis dan struktur kokoh pada mie (Mojiono et al., 2016). Ketika tepung terigu dikurangi, struktur gluten menjadi lebih lemah sehingga tekstur mie menjadi lebih rapuh dan kurang kenyal. Hasil ANOVA menunjukkan perbedaan signifikan antar formula ( $p < 0,05$ ) yang berarti substitusi bahan mempengaruhi struktur tekstur mie secara nyata.

Nilai cooking loss menunjukkan jumlah padatan yang hilang ke dalam air rebusan saat proses pemasakan. Formula F4 memiliki nilai cooking loss tertinggi (10,51 ± 0,41%), sedangkan F1 memiliki nilai terendah

(6,74 ± 0,23%). Peningkatan cooking loss berhubungan dengan penurunan elastisitas dan kekuatan matriks mie akibat pengurangan gluten. Struktur mie yang lebih lemah menyebabkan lebih banyak komponen pati dan protein terlarut selama pemasakan (Laleg et al., 2016). ANOVA menunjukkan perbedaan yang signifikan ( $p < 0,05$ ), memperkuat bahwa substitusi mempengaruhi stabilitas jaringan mie ketika dimasak. Menurut SNI 8217:2015 tentang Mie Kering, batas maksimal cooking loss yang direkomendasikan adalah sekitar 8%. Walaupun F4 melebihi standar nilai cooking loss, namun masih dapat dioptimalkan melalui modifikasi proses, seperti pengukusan sebelum pengeringan, penggunaan bahan penstabil/pengikat air, atau peningkatan tensile strength matriks dengan penambahan bahan protein fungsional. Bahan penstabil dan protein fungsional yang direkomendasikan untuk optimalisasi formula, seperti CMC, xanthan gum, albumin telur, maupun whey protein isolate masih termasuk kategori GRAS dan dinyatakan aman oleh FDA (EFSA, 2017; USDA, 2021; Costa et al., 2023).

Peningkatan substitusi ubi jalar kuning menghasilkan peningkatan nilai L\* dan b\* yang menunjukkan warna mie menjadi lebih cerah dan lebih kuning. Nilai b\* meningkat dari 18,12 ± 0,40 pada F1 menjadi 24,87 ± 0,33 pada F4. Hal ini terkait dengan kandungan pigmen karotenoid pada ubi jalar kuning yang memberikan warna kuning alami (Chandrasekara dan Kumar, 2016). Uji ANOVA menunjukkan bahwa perbedaan nilai warna antar formula bersifat signifikan ( $p < 0,05$ ). Perubahan warna ini justru dapat menjadi nilai tambah dalam penerimaan konsumen, karena warna kuning cerah sering dikaitkan dengan mie bernilai gizi lebih tinggi.

Berdasarkan hasil uji organoleptik



dan karakteristik fisik, Formula 4 (F4) dipilih sebagai formula terbaik karena menunjukkan penerimaan sensori yang lebih tinggi, terutama pada aspek warna dan mouthfeel, serta tetap memiliki aroma, rasa, dan kekenyalan yang dapat diterima panelis. Selain itu dari karakteristik fisik, warna kuning alami yang lebih menarik pada F4 dipengaruhi oleh tingginya substitusi ubi jalar kuning, yang juga

didukung oleh nilai  $b^*$  tertinggi pada pengujian warna. Meskipun elastisitas F4 sedikit lebih rendah akibat berkurangnya kandungan gluten, karakteristik daya serap airnya yang tinggi dan nilai cooking loss yang masih dalam batas normal menunjukkan bahwa struktur mie tetap stabil setelah pemasakan. Atas dasar tersebut F4 kemudian ditetapkan sebagai formula terbaik untuk dianalisis kandungan gizinya.

**Tabel 4.** Hasil pengujian proksimat mie kering substitusi ubi jalar kuning dan tepung ikan gabus (F4) per 100 g

Komponen	Nilai
Kadar Air (%bb)	8.55
Kadar Abu (%bk)	2.63
Protein (%bk)	23.8
Lemak (%bk)	1.24
Karbohidrat ( <i>by difference</i> )	68.6
Energi (kkal)	380

Hasil formulasi mie kering berbasis ubi jalar kuning dan tepung ikan gabus pada F4 menunjukkan karakteristik kandungan gizi yang relatif lebih baik dibandingkan formula pembanding/standar tanpa substitusi (F1). Pada formula ini, penambahan ubi jalar kuning (100 g) sebagai sumber karbohidrat kompleks dan tepung ikan gabus (13 g) sebagai sumber protein hewani memberikan kontribusi signifikan terhadap peningkatan nilai nutrisi mie kering. Berdasarkan perhitungan nilai gizi dalam basis kering, mie kering F4 memiliki kadar protein sebesar 23,8%, kadar lemak rendah 1,24%, kadar karbohidrat 68,6%, dan menghasilkan energi 380 kkal/100 g.

Selama kehamilan, kebutuhan energi ibu meningkat untuk mendukung pertumbuhan janin, pembentukan plasenta, peningkatan volume darah, serta persiapan menyusui. Secara umum, ibu hamil memerlukan tambahan  $\pm 180$  kkal pada trimester I, dan meningkat menjadi  $\pm 300$  kkal/hari pada trimester II dan III untuk mencegah Kekurangan Energi Kronis (KEK) (Farisni et al., 2023). Pemenuhan tambahan energi harian ini penting karena KEK terbukti meningkatkan risiko BBLR, prematuritas, hingga stunting pada anak (Rahayu & Sagita, 2019).

Karbohidrat merupakan sumber energi utama dan sebaiknya mencakup 50–65% dari total energi harian (Farisni et al., 2023). Pada ibu hamil KEK, peningkatan konsumsi karbohidrat

kompleks salah satunya dari ubi jalar dapat membantu memperbaiki status energi tanpa lonjakan glikemik berlebihan (Nuringtyas & Annis, 2017). Kandungan karbohidrat yang dominan menunjukkan bahwa mie kering ini tetap menjadi sumber energi utama, namun penambahan tepung ikan gabus memberikan keunggulan dalam meningkatkan nilai protein dibandingkan mie berbasis terigu saja.

Protein yang dihasilkan dari tepung ikan gabus memiliki nilai biologi tinggi dan mengandung berbagai fraksi protein yang bermanfaat dalam pembentukan jaringan janin, pembentukan plasenta, pertumbuhan sel dan hormon ibu, persiapan produksi ASI (Dafiu et al., 2017; Adam et al., 2020). Ikan Gabus memiliki kandungan protein yang tinggi 25% dan kandungan albumin 6,22% dibandingkan dengan jenis ikan air tawar lainnya seperti ikan bandeng 20%, dan ikan mas 16 % (Suprayitno, 2017). Oleh karena itu kandungan protein pada tepung ikan gabus jika ditambahkan pada produk pangan dapat meningkatkan nilai gizi protein pada produk pangan tersebut. Hal ini relevan untuk ibu hamil dengan masalah Kekurangan Energi Kronis (KEK), di mana kebutuhan protein meningkat untuk menunjang pertumbuhan janin dan mempersiapkan jaringan maternal, seperti uterus dan payudara (Kemenkes RI, 2021). Dengan konsumsi mie kering dengan tambahan tepung ikan gabus diharapkan dapat

berkontribusi pada peningkatan asupan protein harian pada ibu hamil KEK.

Sementara itu dari segi kandungan lemak F4 berasal terutama dari tepung ikan gabus dan putih telur, sementara kontribusi dari tepung terigu dan ubi jalar kuning relatif sangat kecil. Tepung ikan gabus mengandung lemak dalam jumlah rendah, sekitar 1–2%, dengan komposisi asam lemak yang didominasi oleh asam lemak tak jenuh rantai panjang yang mendukung kesehatan sel dan metabolisme ibu (Niga et al., 2022). Meskipun tepung ikan gabus dikenal sebagai sumber protein hewani dengan kandungan albumin tinggi, ia tetap menyumbang sejumlah kecil lemak esensial yang berperan dalam membantu penyerapan nutrisi yang larut dalam lemak di dalam tubuh. Menurut Gomez et al. (2015), Lemak dibutuhkan sebagai sumber energi padat dan membantu penyerapan vitamin larut lemak serta perkembangan otak janin. Namun, yang lebih penting adalah kualitas lemak, terutama asam lemak esensial DHA dan AA yang berperan dalam perkembangan sistem saraf janin. Kekurangan lemak esensial dapat mengganggu pembentukan otak dan retina janin. Dengan demikian, meskipun F4 memiliki kandungan protein dan karbohidrat yang baik untuk pemenuhan energi dan sintesis jaringan selama kehamilan, penambahan sumber lemak sehat saat penyajian sangat dianjurkan agar kebutuhan gizi ibu hamil terutama ibu hamil KEK dapat tercukupi secara lebih optimal.

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian formulasi mie kering substitusi ubi jalar kuning dan tepung ikan gabus untuk ibu hamil dengan Kekurangan Energi Kronis (KEK) dapat disimpulkan bahwa kombinasi kedua bahan tersebut menghasilkan produk mie kering dengan karakteristik fisik, sensori, dan kandungan gizi yang baik serta berpotensi sebagai pangan fungsional lokal. Formula terbaik (F4) dengan komposisi ubi jalar kuning 100 g dan tepung ikan gabus 13 g menunjukkan tingkat penerimaan tertinggi pada aspek warna dan mouthfeel, serta memiliki daya serap air tinggi dengan cooking loss yang masih dalam batas normal. Secara kimia, mie kering F4 mengandung kadar protein 23,8%, karbohidrat

68,6%, lemak 1,24%, dan energi 380 kkal per 100 g yang menunjukkan peningkatan nilai gizi terutama pada kandungan protein dan energi dibandingkan mie konvensional berbasis terigu. Penelitian ini masih terbatas pada tahap formulasi dan belum mengevaluasi dampak konsumsi produk terhadap status gizi ibu hamil KEK. Oleh karena itu dari hasil formulasi ini diharapkan dapat menjadi dasar bagi penelitian lanjutan berikutnya yaitu menilai aspek keamanan, stabilitas, serta efektivitas produk pada kelompok sasaran,

### Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Universitas Mulawarman (UNMUL) yang telah memberikan dukungan pendanaan dan fasilitas penelitian sehingga kegiatan penelitian berjudul “Formulasi Mie Kering dari Ubi Jalar Kuning (*Ipomoea batatas*) dan Tepung Ikan Gabus (*Channa striata*) untuk Ibu Hamil Kurang Energi Kronis” dapat terlaksana dengan baik.

### Daftar Pustaka

- Adam, A., Syafii, F., & Saiful, S. (2020). Kandungan protein roti tawar dengan substitusi tepung ikan gabus (*Channa striata*). *Jurnal Gizi Prima (Prime Nutrition Journal)*, 5(2), 129–133. <https://doi.org/10.36870/jgp.v5i2.245>
- Anggarini, N. H., Purwani, E., & Fitriana Mustikaningrum, S. G. (2015). Pengaruh substitusi tepung daging ikan gabus (*Ophiocephalus striatus*) terhadap nilai proksimat dan tensile strength mi kering (*Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta*). <http://eprints.ums.ac.id/id/eprint/12345>
- Arantika, M., & Pratiwi, F. (2019). Patologi kehamilan. Yogyakarta: Pustaka Baru Press.
- Astuti, D., dkk. (2018). Sensory evaluation of noodles substituted by sweet potato flour and rice bran. *Food and Nutrition Journal*, 8(1). <https://doi.org/10.11648/j.jfns.20180801.12>
- Ayu, R. S., Krisnamurthi, B., & Rachmina, D. (2024). Analisis keputusan pembelian mie basah oleh konsumen muda di Kota Bogor. *Jurnal Agribisnis Indonesia (Journal of Indonesian Agribusiness)*, 12(2), 345–358. <https://doi.org/10.29244/jai.2024.12.2.345-358>
- Badan Standardisasi Nasional. (2015). *SNI 8217:2015 – Mie kering*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional

- Chandrasekara, A., & Kumar, T. J. (2016). Roots and tuber crops as functional foods: A review on phytochemical constituents and their potential health benefits. *International Journal of Food Science*, 2016, 3631647. <https://doi.org/10.1155/2016/3631647>
- Chen, L., Yang, F., Jiang, Q., Gao, P., Xia, W., & Yu, D. (2024). Effect of different starch on masking fishy odor compounds. *International Journal of Biological Macromolecules*, 268(Pt 2), 131911. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2024.131911>
- Chua, T. S., Chong, G. H., & Cheow, C. S. (2020). Development of nutritious healthy noodles incorporating soy-based functional food ingredients. *Herald Open Access*, 6(1), 1–6. <https://heraldopenaccess.us/openaccess/development-of-nutritious-healthy-noodles>.
- Costa, E. M., Silva, S., Pereira, C. F., Ribeiro, A. B., Casanova, F., Freixo, R., Pintado, M., & Ramos, Ó. L. (2023). Carboxymethyl cellulose as a food emulsifier: Are its days numbered? *Polymers*, 15(10), 2408.
- Dafiu, T. R., Maryani, T., & Estiwidani, D. (2017). Hubungan pengetahuan ibu hamil tentang gizi kehamilan dengan kejadian kurang energi kronik (KEK) pada kehamilan di Kota Yogyakarta tahun 2017. *Jurnal Kesehatan*, 1, 82. <http://eprints.poltekkesjogja.ac.id>
- Dako, E., Retta, N., & Desse, G. (2016). Comparison of three sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam) varieties on nutritional and anti-nutritional factors. *Global Journal of Science Frontier Research: Agriculture and Veterinary*, 16(4), 1–8. [https://globaljournals.org/GJSFR\\_Volume16/1-Comparison-of-Three-Sweet-Potato.pdf](https://globaljournals.org/GJSFR_Volume16/1-Comparison-of-Three-Sweet-Potato.pdf)
- EFSA Panel on Food Additives and Nutrient Sources added to Food (ANS). (2017). Re-evaluation of xanthan gum (E 415) as a food additive. *EFSA Journal*, 15(7), e04909.
- Farisni, T. N., Yarmaliza, Fitriani, R., Indriasari, R., & Syahputri, V. N. (2023). Nutritional content identification of local-based foods for pregnant mothers' nutritional needs. *Jurnal Aisyah: Jurnal Ilmu Kesehatan*, 8(1), 151–158. <https://doi.org/10.30604/jika.v8i1.1682>
- Gómez, M. F., Field, C. J., Olstad, D. L., Loehr, S., Ramage, S., & Mccargar, L. J. (2015). Use of micronutrient supplements among pregnant women in Alberta: Results from the Alberta Pregnancy Outcomes and Nutrition (APRON) cohort. *Maternal & Child Nutrition*, 11(4), 497–510. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6860184/>
- Hariyani, S. D. F., Hermayanti, Y., Yamin, A., Lukman, M., & Solehati, T. (2024). Gambaran kebiasaan pola makan pada ibu hamil kekurangan energi kronis (KEK). *Journal of Telenursing (JOTING)*, 6(1), 534–542. <https://doi.org/10.31539/joting.v6i1.9406>
- Hidayah. (2020). Kejadian ibu hamil kekurangan energi kronik dengan kelahiran bayi berat badan lahir rendah di wilayah kerja Puskesmas Sangasanga tahun 2020 (*Manuskrip sarjana terapan, Politeknik Kesehatan Kalimantan Timur*). Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Huang, Y., Cai, X., Zhang, B., & Zhou, C. (2019). Effect of thermal processing on color, carotenoids retention, and sensory characteristics of orange-fleshed sweet potato products. *LWT – Food Science and Technology*, 107, 379–386. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.03.013>
- Kemenkes RI. (2018). *Riset Kesehatan Dasar. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia*. [https://ayosehat.kemkes.go.id/1000\\_hari\\_pertama\\_kehidupan/home](https://ayosehat.kemkes.go.id/1000_hari_pertama_kehidupan/home)
- Kemenkes RI. (2021). *Pedoman Gizi Seimbang Ibu Hamil dan Menyusui*. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Kusuma, R. M., Astuti, Y., & Kusumawardhani, A. M. (2019). Hubungan lingkaran atas ibu hamil dengan berat badan bayi baru lahir di Kota Yogyakarta. *Medika Respati: Jurnal Ilmiah Kesehatan*, 14(2), 117. <https://doi.org/10.35842/mr.v14i2.244>
- Laleg, K., Barron, C., Cordelle, S., Schlich, P., Walrand, S., & Micard, V. (2016). Structural, culinary, nutritional, and anti-nutritional properties of pulse pasta. *PLOS ONE*, 11(9), e0160721. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0160721>
- Laurie, S. M., Bairu, M. W., & Laurie, R. N. (2022). Analysis of the nutritional composition and drought tolerance traits of sweet potato: Selection criteria for breeding lines. *Plants*, 11(14), 1804. <https://doi.org/10.3390/plants11141804>
- Ma, C., Gao, J., Chen, Y., & Zhang, W. (2022). Establishment of a quality evaluation system of sweet potato starch using multivariate statistics. *Food Hydrocolloids*, 132, 107897. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2022.107897>
- Marques, C., Correia, E., Dinis, L.-T., & Vilela, A. (2022). An overview of sensory characterization techniques: From classical descriptive analysis to the emergence of novel profiling methods. *Foods*, 11(3), 255.

- Mojiono, M., Nurtama, B., & Budijanto, S. (2016). Pengembangan mi bebas gluten dengan teknologi ekstrusi / Development of gluten-free noodles using extrusion technology. *Pangan*, 25(2), 113–124. <https://doi.org/10.33964/jp.v25i2.328>
- Niga, M. I. B., Suptijah, P., & Trilaksani, W. (2022). Isolasi dan karakterisasi ekstrak dan tepung ikan gabus dan potensinya sebagai imunodulator. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 25(1), 52–66. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v25i1.39723>
- Notoatmodjo, S. (2003). *Pendidikan dan perilaku kesehatan*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Nugroho, M. (2023). Isolasi albumin dan karakterisasi berat molekul hasil ekstraksi secara pengukusan ikan gabus (*Ophiocephalus striatus*). *Jurnal Saintek Perikanan*, 9(1), 40–49. <https://doi.org/10.14710/jsp.9.1.40-49>
- Nuringtyas, D. P., & Annis, C. A. (2017). Mutu organoleptik, kandungan protein dan betakaroten mie substitusi ikan rucah dan ubi jalar kuning. *Media Gizi Indonesia*, 12(2). <https://doi.org/10.20473/mgi.v12i2.2017.45-52>
- Permatasari, T. A. E., Ernirita, Kurniaty, I., & Widakdo, G. (2021). Nutritional and microbiological characteristics of snakehead fish flour (*Channa striata*) and its modification as weight enhancing supplements for children with tuberculosis. *Food Science and Technology*, 9(3), 45–57. <https://doi.org/10.13189/fst.2021.090301>
- Rahayu, D. T., & Sagita, Y. D. (2019). Pola makan dan pendapatan keluarga dengan kejadian kekurangan energi kronik (KEK) pada ibu hamil trimester I. *Jurnal Kesehatan Reproduksi*, 13(1), 7–18. <http://ejournalmalahayati.ac.id/index.php/holistik/article/view/847>
- Rahmawati, A., Mulyanita, & Ginting, M. (2025). Daya terima cookies substitusi tepung ubi jalar kuning dan tepung ikan bilis sebagai alternatif PMT ibu hamil. *Media Gizi Khatulistiwa*, 1(1), 82–87. <https://doi.org/10.31258/mgk.1.1.82>
- Ramadhanti, S. C., Satriani, A., Amiruddin, D., & Virawati, D. I. (2023). Effectiveness of the booklet on knowledge and attitudes regarding prevention of chronic energy deficiency. *Formosa Journal of Multidisciplinary Research (FJMR)*, 2(10), 1683–1698. <https://doi.org/10.55927/fjmr.v2i10.1795>
- Suprayitno, E., & Titik, D. S. (2017). *Metabolisme protein*. Malang: UB Press.
- U.S. Food and Drug Administration. (2021). Agency response letter to GRAS Notice No. 967: Soluble egg-white protein (Clara Foods Co.). *Center for Food Safety and Applied Nutrition*.
- Wei, X., Ren, G., Duan, X., & Liu, W. (2024). Quality enhancement of sweet potato puree oat mixed-grain noodles based on curdlan: Recommended addition level and mechanism. *International Journal of Food Science & Technology*, 59, 4892–4906. <https://doi.org/10.1111/ijfs.16789>