

Karakteristik Sensori dan Kandungan Protein, Fe, Zink Bubuk Tabur Ikan Tuna Kombinasi Tempe, Daun Kelor sebagai Upaya Pencegahan Stunting

Sensory Characteristics and Protein, Iron, and Zinc Contents of Tuna Sprinkle Powder Combined with Tempeh and Moringa Leaves for Stunting Prevention

Joyeti Darni^{1*}, Retno Wahyuningsih¹, Luh Suranadi¹, dan Yulinda Kurniasari²

¹Jurusan Gizi, Poltekkes Kemenkes Mataram, Mataram 83232, Nusa Tenggara Barat, Indonesia

²Jurusan S1 Gizi, Fakultas Ilmu-Ilmu Kesehatan, Universitas Alma Ata, DIY Yogyakarta 55183, Indonesia

*Penulis koresponden: ummunailah21@gmail.com

Diterima: 8 Oktober 2025

Direvisi: 19 Juni 2026

Disetujui: 29 Juni 2026

ABSTRACT

Stunting remains a chronic nutritional problem and a major public health concern in Indonesia. It not only impairs physical growth but also affects cognitive development and overall child health. Adequate protein intake is one of the nutritional strategies to help prevent stunting. Sprinkle powder formulated from tuna flour, tempeh flour, and moringa leaf flour is a high-protein food product that can be conveniently added to meals, beverages, or complementary foods. This study aimed to evaluate the sensory characteristics and determine the protein, iron (Fe), and zinc (Zn) contents of the sprinkle powder. This experimental study employed a completely randomized design (CRD) with four formulations: F1 (80% tuna flour, 15% tempeh flour, and 5% moringa leaf flour), F2 (70%, 20%, and 10%), F3 (60%, 25%, and 15%), and F4 (50%, 30%, and 20%). Sensory evaluation was conducted by 25 semi-trained panelists, and the data were analyzed using the Kruskal–Wallis test followed by the Mann–Whitney test. Significant differences were observed in color, taste, and overall acceptability among the formulations. Formula F1 was identified as the best formulation because it achieved the highest sensory scores and was the most preferred in terms of color, aroma, taste, and texture. Nutrient analysis of the selected formulation showed protein, iron (Fe), and zinc (Zn) contents of 42.7%, 10.17 ppm, and 5.18 ppm, respectively. Although the sprinkle powder demonstrated good sensory acceptability, it did not meet the requirements of SNI 01-7111.1-2005 for instant complementary foods because its protein content exceeded the maximum allowable level, whereas its iron (Fe) and zinc (Zn) contents were below the minimum required levels.

Keywords: *moringa leaves; sensory; stunting; sprinkle powder, tempeh; tuna*

ABSTRAK

Stunting masih menjadi masalah gizi kronis dan masalah kesehatan masyarakat di Indonesia. Kondisi ini tidak hanya menghambat pertumbuhan fisik, tetapi juga memengaruhi perkembangan kognitif dan kesehatan anak. Pemenuhan asupan protein yang cukup merupakan salah satu strategi untuk mencegah stunting. Bubuk tabur berbahan tepung ikan tuna, tepung tempe, dan tepung daun kelor merupakan alternatif pangan tinggi protein yang mudah ditambahkan ke dalam makanan, minuman, maupun makanan pendamping air susu ibu (MP-ASI). Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi karakteristik sensori serta menganalisis kandungan protein, besi (Fe), dan zink (Zn) pada bubuk tabur tersebut. Penelitian eksperimen ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan empat formulasi, yaitu F1 (80% tepung ikan tuna, 15% tepung tempe, dan 5% tepung daun kelor), F2 (70%, 20%, dan 10%), F3 (60%, 25%, dan 15%), serta F4 (50%, 30%, dan 20%). Uji organoleptik dilakukan oleh 25 panelis semi terlatih, sedangkan data dianalisis menggunakan uji *Kruskal–Wallis* dan dilanjutkan dengan uji *Mann–Whitney*. Hasil penelitian menunjukkan terdapat perbedaan yang bermakna pada warna, rasa, dan tingkat penerimaan keseluruhan antarformula. Formula F1 merupakan formula terbaik karena memperoleh skor sensori tertinggi serta paling disukai berdasarkan warna, aroma, rasa, dan tekstur. Analisis kandungan zat gizi pada formula terpilih menunjukkan kadar protein sebesar 42,7%, besi (Fe) sebesar 10,17 ppm, dan zink (Zn) sebesar 5,18 ppm. Produk bubuk tabur ini memiliki penerimaan sensori yang baik, namun belum memenuhi persyaratan SNI 01-7111.1-2005 untuk MP-ASI bubuk instan karena

kadar protein melebihi batas maksimum, sedangkan kadar besi (Fe) dan zink (Zn) masih berada di bawah batas minimum yang dipersyaratkan.

Kata kunci: bubuk tabur; daun kelor; ikan tuna; sensori; stunting; tempe

PENDAHULUAN

Stunting adalah salah satu masalah kesehatan masyarakat yang paling serius di Indonesia (Gusnedi et al. 2023). Kekurangan gizi jangka panjang pada anak di bawah lima tahun dikenal sebagai *stunting*, yang secara fisik ditandai dengan tinggi badan atau panjang badan yang rendah berdasarkan usia (de Onis et al. 2019). Stunting berdampak terhadap gangguan pertumbuhan linear, defisit kognitif, disbiosis usus, gangguan endokrin, anemia, dan peningkatan risiko penyakit kronis di kemudian hari (Mulyani et al. 2025). Kurang asupan protein adalah salah satu faktor penyebab yang paling berdampak pada stunting.

Kurang asupan protein menghambat produksi *Insulin Growth Factor 1* (IGF-1), yang menghambat pertumbuhan tulang dan massa mineral tulang (Aritonang et al. 2020). Asupan protein hewani dapat mengurangi risiko kejadian stunting, ibu perlu meningkatkan asupan protein hewani balita mereka dengan lauk pauk berbasis pangan lokal (Haryani et al. 2023). Hasil penelitian lainnya menunjukkan bahwa terdapat hubungan keragaman asupan protein hewani terhadap kejadian stunting (Sari et al. 2022). Asupan protein hewani lebih berpengaruh terhadap terjadinya stunting dibandingkan asupan protein nabati (Nadhiroh et al. 2023).

Protein hewani memiliki pengaruh yang jauh lebih signifikan dalam mencegah stunting dibandingkan dengan protein nabati, pangan yang kaya akan protein hewani memiliki keunggulan karena didalamnya juga terkandung berbagai zat gizi mikro esensial untuk pertumbuhan tubuh anak, di antaranya zat besi, zink, selenium, kalsium, dan vitamin B12 (Sindhughosa & Sidiarta 2023). Kekurangan zat besi yang terus menerus pada ibu hamil anemia mengakibatkan *stunting* pada bayi baru lahir secara signifikan (Nadhiroh et al. 2023). Pencegahan *stunting* dapat dilakukan dengan perbaikan asupan zat besi (Sirajuddin et al. 2020). Studi menunjukkan hubungan yang kuat antara asupan zink yang rendah dan stunting pada anak-anak. Kekurangan zink dapat menghambat pertumbuhan, termasuk pertumbuhan tinggi dan berat badan. Zink sangat penting untuk pematangan tulang, pertumbuhan sel, dan fungsi kekebalan tubuh. Konsumsi zink yang cukup disarankan untuk balita karena zink sangat penting untuk mencegah *stunting* (Purwandini & Atmaka 2023). Selain itu, asupan mikronutrien vitamin A yang rendah dapat meningkatkan risiko kejadian *stunting* (Amelia Yuniarti & Setiartini 2024).

Intervensi terhadap pangan lokal berprotein tinggi sebaiknya disesuaikan dengan kebutuhan pangan lokal dan disertai dengan pemantauan ada tidaknya penambahan berat badan yang tidak wajar untuk mencegah kelebihan berat badan atau obesitas (Endrinikapoulos et al. 2023). Anak-anak yang mengalami *stunting*, secara signifikan lebih banyak anak yang memiliki asupan protein lebih sedikit dibandingkan anak-anak yang tidak mengalami *stunting* (Mahfouz et al. 2022). Penelitian lainnya juga membuktikan bahwa pemberian makanan berprotein tinggi membantu pertumbuhan linier anak *stunting* (Varkey et al. 2020). Beberapa sumber asam amino esensial lokal yang mudah didapat di Indonesia antara lain adalah beras, ubi jalar, singkong, tuna, ikan kembung, tempe, kacang merah, labu kuning, wortel, kelor dan telur (Parikh et al. 2022).

Kelor memiliki nilai gizi yang baik dan telah digunakan untuk mencegah malnutrisi, mengandung vitamin C, vitamin A, kalsium, protein, potasium, dan zat besi. Penelitian intervensi ekstrak daun kelor selama kehamilan mencegah terjadinya *stunting* pada anak (Basri et al. 2021). Tempe kaya akan prebiotik merupakan sejenis serat yang dapat membantu pertumbuhan bakteri baik dalam sistem pencernaan, kandungan serat makanan dan enzim yang dihasilkan oleh ragi atau *Rhizopus oligosporus* diyakini sangat baik untuk pencernaan anak-anak sehingga dapat mengurangi masalah pencernaan pada anak-anak (Dimidi et al. 2019). Setiap 100 g tempe mengandung zat gizi seperti protein 20,8 g, lemak 8,8 g, serat 1,4 g, kalsium 155 g, fosfor 326 g, zat besi 4 g, vitamin B 0,19 g, dan karoten 34 g. Tempe membutuhkan waktu penyimpanan yang singkat karena proses fermentasi lanjutan. Salah satu cara untuk memperpanjang waktu penyimpanan adalah dengan membuat tepung tempe (Faidah et al. 2019). Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik sensori dan kandungan zat gizi protein, zat besi dan Fe bubuk tabur ikan tuna kombinasi tempe dan daun kelor sebagai alternatif pangan fungsional bernilai gizi tinggi mencegah *stunting*.

METODE

Desain, tempat, dan waktu

Desain penelitian yang digunakan adalah eksperimental dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Penelitian dilakukan pada bulan Mei-Juni 2025. Pembuatan produk bubuk tabur di

Laboratorium Ilmu Bahan Makanan (IBM) dan uji organoleptik di Laboratorium Cita Rasa Poltekkes Kemenkes Mataram. Analisis kandungan zat gizi di Laboratorium Fakultas Teknologi Pangan dan Agroindustri Universitas Mataram. Penelitian ini mendapat surat layak etik di Komisi Etik Penelitian Poltekkes Kemenkes Mataram dengan nomor surat DP.04.03/F.XL.26/279/20025.

Tabel 1. Rancangan perlakuan formula bubuk tabur

Kode Formula	Ikan tuna (%)	Tempe (%)	Daun kelor (%)	Total (%)
F1	80%	15%	5%	100%
F2	70%	20%	10%	100%
F3	60%	25%	15%	100%
F4	50%	30%	20%	100%

Bahan dan alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi alat untuk pembuatan tepung ikan, tempe, daun kelor, antara lain baskom/wadah pencuci, panci kukusan, talenan, pisau, *cabinet dryer*, oven, loyang, timbangan digital, grinder, dan saringan 80 mesh. Alat yang digunakan untuk membuat bubuk tabur dengan alat *stand mixer* untuk mencampurkan tepung ikan, tepung tempe dan tepung daun kelor. Analisis zat gizi protein menggunakan metode *Kjeldahl* mengikuti SNI 01-2891-1992 dengan peralatan yaitu timbangan analitik, labu *Kjeldahl*, cawan timbang, spatula, pipet volume, *Kjeldahl heater*, penjepit labu, gelas ukur, labu *Erlenmeyer*, pipet tetes, destilator, buret, statif dan klem. Peralatan analisis zat gizi Fe dan zink meliputi *Spektrofotometer*, timbangan analitik, *erlenmeyer* 100 mL, hot plate, batang pengaduk, labu ukur, corong gelas, kertas saring, pipet ukur, *bulb* karet, pipet tetes. Peralatan uji organoleptik menggunakan set bilik cicip, nampan, piring, label, formulir, pulpen, dan air mineral. Panelis semi terlatih sebanyak 25 orang yaitu mahasiswa/i Prodi Sarjana Terapan Gizi dan Dietetika Poltekkes Kemenkes Mataram.

Bahan pembuatan bubuk tabur terdiri dari tiga bahan utama (tanpa bahan tambahan) yaitu ikan tuna fillet, tempe dan daun kelor dengan jumlah berat masing-masing bahan disesuaikan formula F1, F2, F3, F4. Bahan analisis protein meliputi sampel bubuk tabur, kalium sulfat, asam sulfat, akuades, natrium hidroksida, batu didih, larutan asam borat, indikator campuran BCG-MR, larutan standar asam klorida, sedangkan bahan analisis Fe dan zink meliputi sampel bubuk tabur, asam nitrat, asam klorida, larutan asam nitrat akuades, larutan standar besi (Fe), larutan standar zink (Zn), larutan blangko reagen, gas asetilen.

Tahapan penelitian

Pelaksanaan uji organoleptik mengikuti syarat standar SNI 01-2346-2006 dengan mengatur kondisi ruang uji, penyajian sampel, serta format skala penilaian. Parameter yang dinilai meliputi warna, aroma, rasa, tekstur, dan keseluruhan (*overall*). Tingkat kesukaan panelis diukur menggunakan skala numerik linier berdasarkan ISO 4121:2003, yaitu skala 1 (sangat tidak suka) hingga 5 (sangat suka). Analisis kandungan mineral zat besi (Fe) dan zink (Zn) dilakukan teknik destruksi basah yang dilanjutkan dengan pemeriksaan menggunakan *Spektrofotometer* Serapan Atom (SSA) dengan mengacu pada standar SNI 01-2896-1998 serta AOAC *Official Method* 999.11.

Penentuan kadar protein menggunakan metode *Kjeldahl* mengikuti SNI 01-2891-1992 butir 7.1 tentang cara uji makanan dan minuman, dengan cara sebagai berikut: (a) Sampel yang telah halus ditimbang sebanyak 1 g dan dimasukkan ke dalam labu *Kjeldahl*, (b) kemudian tambahkan 7 g K₂SO₄, 0,8 g CuSO₄ dan 12 ml H₂SO₄ lalu di campur hingga homogen, (c) Dilakukan proses destruksi dalam lemari asam, labu berisi campuran larutan diletakkan pada alat pemanas dan dididihkan hingga larutan menjadi jernih (hijau toska), (d) labu destruksi berisi larutan didinginkan selama 20 menit, (e) kemudian tambahkan akuades sebanyak 25 ml, (f) Tambahkan NaOH 40% sebanyak 50 ml dan beberapa butir batu didih, (g) Destilasi menggunakan destilator dan *heating mantle* hingga diperoleh seluruh destilat. Destilat yang diperoleh ditampung dalam *erlenmeyer* berisi larutan asam borat (H₃BO₃) dan BCG-MR 3 tetes untuk menangkap desilat hasil destilasi, (h) Dihentikan proses destilasi bila larutan dilabu destilator sudah mencapai 100 ml, (i) Titrasi menggunakan larutan standar HCl 0,1 N hingga terjadi perubahan warna dari hijau menjadi warna merah muda. Selain SNI, metode ini juga sepenuhnya selaras dengan standar internasional AOAC *Official Method* 920.152 / 960.52 (*Association of Official Analytical Chemists*) tentang penentuan protein total pada produk pangan.

Pengolahan dan analisis data

Pengolahan dan analisis data dilakukan menggunakan *Statistical Program for Social Science* versi 23. Pada penelitian ini, Data dari hasil uji hedonik dikumpulkan dan kemudian diolah menggunakan aplikasi IBM

SPSS. Data yang telah dilakukan uji normalitas menggunakan uji *Shapiro Wilk*, hasil uji normalitas menunjukkan bahwa data tidak terdistribusi normal sehingga dilakukan uji beda dengan menggunakan uji *Kruskal Wallis*, pada $\alpha \leq 0,05$. Jika hasil p hitung menghasilkan $\alpha \leq 0,05$ maka artinya terdapat perbedaan bermakna pada uji hedonik diantara jenis perlakuan. Selanjutnya untuk mengetahui jenis perlakuan mana yang paling berbeda dilakukan uji lanjutan menggunakan uji *Mann Whitney*, untuk penentuan formula terpilih atau yang paling disukai ditentukan menggunakan Metode Perbandingan Eksponensial (MPE).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1 hasil uji hedonik menunjukkan bahwa parameter warna bubuk tabur dengan nilai tertinggi yaitu pada perlakuan F1 dengan nilai 4.08 (suka) sementara warna bubuk tabur dengan nilai terendah yaitu pada perlakuan F2 dengan nilai 3.28 (agak suka). Hasil uji *Kruskal Wallis* parameter warna menunjukkan $p < 0,05$. H_0 ditolak sehingga ada perbedaan nyata perlakuan (F1, F2, F3 dan F4) terhadap bubuk tabur berbahan dasar ikan tuna, tempe dan kelor. Untuk melihat mana yang berbeda nyata maka dilakukan uji lanjutan yaitu uji *Mann-Whitney*. Hasil dari uji *Mann-Whitney* menunjukkan bahwa tingkat kesukaan warna bubuk tabur tidak berbeda nyata ($p > 0,05$) pada F1 dan F3, F4 dan F3. Namun terdapat perbedaan nyata warna ($p < 0,05$) pada F1 dan F2, F1 dan F4, F2 dan F3 serta F2 dan F4 tingkat kesukaan bubuk tabur berbahan dasar ikan tuna, tempe dan kelor.

Tabel 2. Hasil uji hedonik bubuk tabur

Formula	Rata-rata				
	Warna	Rasa	Aroma	Tekstur	Overall
F1	4,08±0,759 ^a	3,48±0,829 ^a	3,60±0,866	3,84±0,764	3,84±0,554 ^a
F2	3,28±0,678 ^b	2,84±0,688 ^{bc}	3,40±0,866	3,68±0,748	3,36±0,638 ^{bc}
F3	3,80±0,577 ^{ac}	3,16±0,850 ^{ab}	3,52±0,872	3,84±0,688	3,60 ±0,645 ^{acb}
F4	3,52±0,586 ^{bc}	2,88±0,726 ^{cb}	3,24±0,723	3,80±0,577	3,28±0,614 ^c
p value	0,001	0,016	0,372	0,772	0,007

Keterangan: a,b,c=Angka yang diikuti dengan huruf yang sama menyatakan tidak ada perbedaan nyata ($p > 0,05$).

Tingginya tingkat kesukaan panelis terhadap warna perlakuan F1 diduga kuat dipengaruhi oleh rendahnya proporsi daun kelor yang ditambahkan (hanya 5%) serta dominasi daging ikan tuna (80%). Dominasi daging ikan tuna memberikan warna bubuk yang cenderung lebih cerah, coklat muda keemasan, atau krem alami pasca-pengeringan, yang secara visual lebih familier dan menarik bagi panelis. Sebaliknya, penurunan tingkat kesukaan warna pada perlakuan lain (seperti F2 yang mencapai titik terendah 3,28) berkaitan langsung dengan intensitas warna hijau gelap dari daun kelor. Daun kelor kaya akan pigmen klorofil alami yang sangat pekat. Selama proses pengeringan menjadi bubuk tabur, pigmen klorofil mengalami degradasi termal akibat pemanasan, di mana ion magnesium dalam cincin porfirin klorofil digantikan oleh ion hidrogen, sehingga membentuk senyawa *feofitin* yang berwarna hijau kusam, gelap, atau kecokelatan. Hal ini sejalan dengan studi Monicha dan Yunieswati (2023) yang menegaskan bahwa substitusi daun kelor pada produk pangan kering secara linier menurunkan nilai kecerahan (*lightness*) produk, sehingga menurunkan preferensi visual panelis jika konsentrasinya terlalu tinggi. Peningkatan persentase bubuk daun kelor dalam formulasi pangan terbukti menurunkan nilai kecerahan (*lightness*) produk secara linier dan menurunkan skor kesukaan panelis karena visual warna yang dihasilkan menjadi terlalu gelap atau pekat (Safitri et al. 2022).

Kombinasi komponen protein dari ikan tuna dan tempe dalam formulasi juga memicu terjadinya reaksi Maillard (pencokelatan non-enzimatis) selama proses pemanasan atau pengeringan bubuk. Tempe mengandung asam amino bebas hasil hidrolisis protein oleh kapang *Rhizopus oligosporus*, sedangkan ikan tuna kaya akan asam amino esensial. Ketika dipanaskan, gugus amino bebas tersebut bereaksi dengan komponen gula pereduksi dalam bahan, menghasilkan senyawa makromolekul berwarna coklat bernama *melanoidin* (Wandansari et al. 2021). Secara umum, temuan ini menegaskan bahwa untuk mempertahankan daya terima visual produk bubuk tabur berbasis ikan dan pangan lokal, takaran komponen yang membawa pigmen pekat (seperti klorofil kelor) harus dikendalikan secara presisi pada batas optimum agar estetika produk akhir tetap terjaga dan disukai konsumen (Simanjuntak et al. 2024).

Parameter rasa bubuk tabur dengan nilai tertinggi yaitu pada perlakuan F1 dengan nilai 3,48 (agak suka) sementara rasa bubuk tabur dengan nilai terendah yaitu pada perlakuan F2 dengan nilai 2,84 (agak suka). Hasil uji *Kruskal Wallis* parameter rasa menunjukkan $p < 0,05$. H_0 ditolak sehingga ada perbedaan nyata perlakuan (F1, F2, F3 dan F4) terhadap berbahan dasar ikan tuna, tempe dan kelor. Hasil uji lanjutan yaitu uji *Mann-Whitney* menunjukkan bahwa tingkat kesukaan rasa bubuk tabur tidak berbeda nyata ($p > 0,05$) pada F1 dan F3,

F2 dan F3, F2 dan F4 serta F3 dan F4. Namun terdapat perbedaan nyata ($p < 0,05$) pada F1 dan F2, F1 dan F4. Tingkat kesukaan rasa bubuk tabur (skala hedonik 2,84–3,48) dipengaruhi secara signifikan oleh rasio bahan baku, dengan perlakuan F1 (80% tuna) menghasilkan rasa tertinggi akibat kontribusi rasa alami.

Tingkat kesukaan rasa bubuk tabur dipengaruhi secara signifikan oleh rasio formulasi bahan baku yang digunakan. Perlakuan F1 yang memiliki komposisi daging ikan tuna tertinggi (80%) berhasil mendapatkan skor penilaian rasa tertinggi dari panelis (3,48). Tingginya skor ini didorong oleh kontribusi rasa alami (*savory/umami*) yang kuat dari daging ikan tuna. Ikan tuna kaya akan asam amino glutamat bebas serta nukleotida seperti *Inosin Monofosfat* (IMP) yang secara alami bertindak sebagai penguat rasa (Dewi *et al.* 2020). Ketika dikeringkan menjadi bubuk tabur, konsentrasi asam amino ini meningkat dan memberikan sensasi rasa gurih yang disukai oleh indra pengecap.

Fenomena penurunan daya terima rasa akibat rasa getir daun kelor ini serupa dengan laporan Arifin *et al.* (2023) dalam Jurnal Ilmu Gizi dan Dietetik IPB. Di dalam penelitian tersebut dikonfirmasi bahwa penggunaan daging ikan laut yang kaya akan protein berperan penting sebagai agen penyamar rasa (*taste masking*) untuk menutupi rasa langu kelor. Ketika konsentrasi tuna diturunkan (seperti pada F2), kapasitas *taste masking* melemah sehingga rasa getir kelor mendominasi lidah panelis. Daun kelor memiliki kelemahan sensoris berupa rasa pahit dan aroma langu (*grassy odor*) yang khas akibat keberadaan senyawa metabolit sekunder seperti saponin, tanin, dan flavonoid (Suhaeni *et al.* 2024).

Parameter aroma bubuk tabur dengan nilai tertinggi yaitu pada perlakuan F1 dengan nilai 3,6 (suka) sementara rasa bubuk tabur dengan nilai terendah yaitu pada perlakuan F4 dengan nilai 3,24 (agak suka). Hasil uji *Kruskal Wallis* parameter aroma menunjukkan $p > 0,05$. H_0 diterima sehingga tidak ada perbedaan nyata perlakuan (F1, F2, F3 dan F4) terhadap bubuk tabur berbahan dasar ikan tuna, tempe dan kelor. Parameter tekstur bubuk tabur dengan nilai tertinggi yaitu pada perlakuan F1 dan F2 dengan nilai 3,84 (suka) sementara tekstur bubuk tabur dengan nilai terendah yaitu pada perlakuan F2 dengan nilai 3,68 (agak suka). Hasil uji *Kruskal Wallis* parameter aroma menunjukkan $p > 0,05$. H_0 diterima sehingga tidak ada perbedaan nyata perlakuan (F1, F2, F3 dan F4) terhadap bubuk tabur berbahan dasar ikan tuna, tempe dan kelor.

Proses pemanasan pada pengeringan memicu degradasi asam amino bebas dan asam lemak pada ikan tuna menjadi senyawa golongan aldehida, keton, dan pirazin yang memberikan kontribusi aroma sedap khas produk perikanan (Dewi *et al.* 2020). Peningkatan proporsi tempe dan kelor pada formula lain memicu *off-flavor* berupa ada aroma langu dan rasa sedikit pahit, yang secara signifikan menurunkan preferensi panelis (Nurkhasanah & Dhurhanian 2023).

Secara teoritis, penggabungan komposit matriks hewani (ikan tuna) dan nabati (tempe dan daun kelor) dalam satu sediaan bubuk tabur tidak hanya memengaruhi aspek sensoris, melainkan juga stabilitas kimia zat gizi. Daun kelor kaya akan senyawa antioksidan alami seperti polifenol dan β -karoten yang berperan protektif selama proses pengolahan termal. Keberadaan komponen antioksidan dari kelor ini berfungsi menekan laju oksidasi lipid pada daging ikan tuna yang kaya akan asam lemak tidak jenuh (*Polyunsaturated Fatty Acids*/PUFA) selama proses pengeringan (Wandansari *et al.* 2021). Tanpa adanya perlindungan antioksidan, pemanasan tinggi pada ikan tuna rentan menghasilkan senyawa hidroperoksida yang terdegradasi menjadi aldehida dan memicu aroma ketengikan (*rancidity*) yang tajam, sehingga menurunkan skor aroma produk secara drastis (Dewi *et al.* 2020).

Aroma langu (*grassy/beany odor*) pada daun kelor disebabkan oleh keberadaan senyawa volatil golongan heksanal dan alkohol berantai pendek yang terbentuk akibat aktivitas enzim lipoksigenase yang mendegradasi asam lemak tak jenuh saat sel tanaman mengalami kerusakan mekanis (Arifin *et al.* 2023). Karakteristik aroma langu ini sering kali menjadi faktor pembatas utama dalam pemanfaatan tanaman kelor pada produk pangan fungsional karena dinilai kurang akrab di hidung konsumen awam. Perlunya peningkatan daya terima warna dan aroma biskuit kelor melalui penambahan pewarna dan aroma makanan yang lebih disukai khalayak (Pomalingo & Misnati 2021).

Parameter *overall* (keseluruhan) bubuk tabur dengan nilai tertinggi yaitu pada perlakuan F1 dengan nilai 3,84 (suka) sementara *overall* bubuk tabur dengan nilai terendah yaitu pada perlakuan F4 dengan nilai 3,28 (agak suka). Hasil uji *Kruskal Wallis overall* menunjukkan $p > 0,05$. H_0 diterima sehingga tidak ada perbedaan nyata perlakuan (F1, F2, F3 dan F4) terhadap bubuk tabur berbahan dasar ikan tuna, tempe dan kelor. Hasil Metode Perbandingan Eksponensial (MPE), formula terpilih dengan menggunakan MPE adalah formula F1 (80% ikan tuna, 15% tempe, 5% kelor) karena perlakuan F1 memiliki hasil rata-rata tertinggi serta paling disukai dari segi warna, rasa, aroma dan tekstur. Selain itu nilai *overall* produk bubuk tabur tertinggi yaitu pada perlakuan F1.

Parameter *overall* atau penerimaan keseluruhan merupakan refleksi akhir dari akumulasi seluruh atribut sensori yang meliputi warna, rasa, aroma, dan tekstur. Pada penelitian bubuk tabur ini, tingginya skor *overall*

pada perlakuan F1 (3,84) dikonfirmasi oleh keunggulannya yang nyata pada parameter warna (4,08) dan rasa (3,48). Impresi visual warna cokelat krem keemasan yang cerah serta stimulasi rasa gurih *umami* dari ikan tuna pada F1 memberikan stimulus psikologis positif yang kuat sejak awal pengujian. Akibatnya, panelis cenderung memberikan toleransi yang tinggi terhadap parameter lain yang dinilai kurang menonjol (seperti aroma atau tekstur), sehingga mendongkrak nilai penerimaan keseluruhan (*overall*) produk ke tingkat tertinggi (Monicha & Yunieswati 2023).

Tabel 3. Hasil uji proksimat formula F1

Variabel	Ulangan 1	Ulangan 2	Rata-rata	Standar SNI 7111.1:2005	Keterangan
Protein (%)	42,54	42,86	42,70	15% – 22%	Melebihi batas atas
Fe (ppm)	9,95	10,39	10,17	≥5mg/100g	Kurang
Zink (ppm)	5,34	5,03	5,18	≥2,5 mg/100 g	Kurang

Tabel 3 menunjukkan hasil uji proksimat bubuk tabur untuk kadar protein yaitu 42,70%, kadar Fe 10,17 ppm dan zinc yaitu 5,18 ppm. Karakteristik bubuk tabur ini belum memenuhi standar mutu SNI 7111.1:2005 untuk MP-ASI Bubuk Instan karena kadar protein yang melebihi batas maksimal, serta kadar zat besi (Fe) dan zink (Zn) yang masih berada di bawah batas minimal standar.

Tingginya konsentrasi kadar protein produk yang menyentuh angka 42,70% merupakan implikasi langsung dari tingginya proporsi daging ikan tuna yang diaplikasikan pada formula terbaik (80%). Ikan tuna merupakan sumber protein hewani laut bermutu tinggi dengan kandungan asam amino esensial yang sangat padat. Kelebihan asupan protein kasar (*crude protein*) yang terlalu ekstrem pada bayi dapat memicu beban kerja organ pencernaan dan ekskresi, terutama fungsi ginjal yang belum matang sepenuhnya untuk memproses sisa metabolisme berupa urea (*renal solute load*) (Mufida et al. 2023). Rendahnya akumulasi mineral ini terjadi akibat porsi penambahan daun kelor pada formula terpilih yang relatif sangat kecil (hanya 5%). Pembatasan ini sengaja dilakukan demi menjaga mutu sensori warna dan rasa agar tetap disukai panelis, mengingat sifat kelor yang membawa rasa pahit-getir dan aroma langu alami (Arifin et al. 2023).

Berdasarkan hasil analisis kimia, produk bubuk tabur formula terpilih (F1) mengintegrasikan densitas protein kasar (*crude protein*) yang sangat tinggi mencapai 42,70% akibat dominasi komposit daging ikan tuna (80%). Tingginya nilai protein hewani berbasis ikan ini secara teoritis sangat ideal untuk menunjang program percepatan penurunan *stunting* pada level intervensi gizi spesifik karena mampu menyediakan pasokan asam amino leusin dan lisin yang masif untuk menutrisi sel otak serta merestorasi jaringan perifer yang rusak. Karakteristik asam amino ikan tuna ini juga memiliki koefisien daya cerna (*digestibility score*) yang sangat tinggi dibandingkan pangan nabati, sehingga mudah diabsorpsi sempurna oleh *mukosa vili* usus halus balita (Wurlina et al. 2022).

Meskipun produk bubuk tabur F1 belum memenuhi regulasi administrasi pangan MP-ASI SNI 7111.1:2005 karena proporsi proteinnya yang melampaui batas maksimal (42,70% vs maks 22,0%), dari perspektif pemenuhan zat gizi fungsional makro, sediaan pangan berkonsentrasi tinggi ini dapat difungsikan secara strategis sebagai produk pangan tambahan (PMT) berbasis protein hewani. Sebagai bahan taburan pelengkap makanan utama (seperti ditaburkan di atas bubur bayi), porsi konsumsinya dapat diatur sedemikian rupa untuk mengejar target angka kecukupan protein harian balita terindikasi *stunting* tanpa membebani sekresi ginjal secara berlebihan (*renal solute load*) (Mufida et al. 2023). Keunggulan protein hewani dalam memitigasi risiko *stunting* bertumpu pada kelengkapan serta tingginya skor Asam Amino Esensial (AAE), seperti lisin, leusin, isoleusin, dan asam glutamat (Rustam et al. 2024).

Beberapa strategi telah terbukti efektif dalam menyelesaikan defisiensi mikronutrien diantaranya adalah pendekatan berbasis makanan, suplementasi mikronutrien, dan fortifikasi makanan pokok. Rata-rata perkembangan balita *stunting* sesudah diberikan intervensi *micronutrient sprinkle* Taburia mengalami peningkatan, terdapat pengaruh yang signifikan antara *micronutrient sprinkle* Taburia dan kontrol dengan perkembangan pada balita *stunting* (Puspita & Fitri 2022). Untuk menjembatani kesenjangan nilai gizi ini agar memenuhi kriteria regulasi, langkah implementasi fungsional dengan menerapkan metode fortifikasi eksternal menggunakan premiks zat besi murni (seperti *Ferrous Fumarate*) dan zink murni (*Zinc Sulfate*) bersertifikasi *food-grade* sebelum produk dikeringkan (Putri et al. 2020).

KESIMPULAN

Kombinasi ikan tuna, tempe, dan daun kelor memberikan pengaruh nyata terhadap karakteristik sensori (warna, rasa, dan *overall*) bubuk tabur yang dihasilkan. Formula 1 (80% ikan tuna, 15% tempe, 5% kelor)

menjadi perlakuan yang paling disukai oleh panelis. Formula paling disukai ini memiliki kandungan zat gizi berupa kadar protein sebesar 42,7%, kadar Fe 10,17 ppm, dan zink 5,18 ppm. Namun, karakteristik bubuk tabur ini belum memenuhi standar mutu SNI 7111.1:2005 untuk MP-ASI Bubuk Instan karena kadar protein yang melebihi batas maksimal, serta kadar zat besi (Fe) dan zink (Zn) yang masih berada di bawah batas minimal standar.

Saran untuk penelitian selanjutnya, direkomendasikan melakukan re-formulasi dengan menurunkan proporsi bahan sumber protein atau melakukan fortifikasi (penambahan) mineral Fe dan Zn yang dapat meningkatkan kadar Fe dan Zn agar produk dapat memenuhi standar pangan MP-ASI SNI 7111.1:2005.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Poltekkes Kemenkes Mataram yang telah memberikan bantuan dana penelitian dan membantu memfasilitasi dalam kegiatan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin EB, Setiawan B, Nasution Z. 2023. Pengembangan sosis ikan kembung dengan substitusi tepung daun kelor sebagai sumber protein dan zat besi untuk ibu hamil. *Jurnal Ilmu Gizi dan Dietetik*. 2(2):125-132. <https://doi.org/10.25182/jigd.2023.2.2.125-132>
- Aritonang EA, Margawati A, Dieny FF. 2020. Analisis pengeluaran pangan, ketahanan pangan dan asupan zat gizi anak bawah dua tahun (Baduta) sebagai faktor risiko stunting. *Journal of Nutrition College*. 9(1):71-80. <https://doi.org/10.14710/jnc.v9i1.26584>
- Basri H, Hadju V, Zulkifli A, Syam A, Indriasari R. 2021. Effect of moringa oleifera supplementation during pregnancy on the prevention of stunted growth in children between the ages of 36 to 42 months. *Journal of Public Health Research*. 10(2): jphr.2021.2207. <https://doi.org/10.4081/jphr.2021.2207>
- de Onis M, Borghi E, Arimond M, Webb P, Croft T, Saha K, De-Regil LM, Thuita F, Heidkamp R, Krasevec J, Hayashi C, Flores-Ayala R. 2019. Prevalence thresholds for wasting, overweight and stunting in children under 5 years. *Public Health Nutrition*. 22(1):175-179. <https://doi.org/10.1017/S1368980018002434>
- Dewi EN, Amalia U, Purnamayati L. 2020. Profil asam amino dan karakteristik sensori bubuk penyedap rasa alami berbasis ekstrak daging ikan pelagis. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 23(2):245-254. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v23i2.32331>
- Dimidi E, Cox S, Rossi M, Whelan K. 2019. Fermented foods: definitions and characteristics, impact on the gut microbiota and effects on gastrointestinal health and disease. *Nutrients*. 11(8):1806. <https://doi.org/10.3390/nu11081806>
- Endrinikapoulos A, Afifah DN, Mexitalia M, Andoyo R, Hatimah I, Nuryanto N. 2023. Study of the importance of protein needs for catch-up growth in Indonesian stunted children: a narrative review. *SAGE Open Medicine*. 11:205031212311655. <https://doi.org/10.1177/20503121231165562>
- Faidah FH, Moviana Y, Isdiany N, Surmita S, Hartini P. W. 2019. Formulasi makanan enteral berbasis tepung tempe sebagai alternatif makanan enteral tinggi protein. *Jurnal Riset Kesehatan Poltekkes Depkes Bandung*. 11(2):67-74. <https://doi.org/10.34011/juriskesbdg.v11i2.702>
- Gusnedi G, Nindrea RD, Purnakarya I, Umar HB, Andrafikar A, Syafrawati S, Asrawati A, Susilowati A, Novianti N, Masrul M, Lipoeto NI. 2023. Risk factors associated with childhood stunting in Indonesia: A systematic review and meta-analysis. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*. 32(2):184-195. [https://doi.org/10.6133/apjcn.202306_32\(2\).0001](https://doi.org/10.6133/apjcn.202306_32(2).0001)
- Haryani VM, Putriana D, Hidayati RW. 2023. Animal-based protein intake is associated with stunting in children in primary health care of Minggir. *Amerta Nutrition*. 7(2SP):139-146. <https://doi.org/10.20473/amnt.v7i2SP.2023.139-146>
- Mahfouz EM, Sameh Mohammed E, Alkilany SF, Abdel Rahman TA. 2022. The relationship between dietary intake and stunting among pre-school children in Upper Egypt. *Public Health Nutrition*. 25(8):2179-2187. <https://doi.org/10.1017/S136898002100389X>
- Monicha M, Yunieswati W. 2023. karakteristik sensori dan kandungan gizi es krim berbasis tepung pisang kepok dan tepung kulit pisang kepok dengan penambahan bunga telang dan daun kelor sebagai alternatif cemilan penderita diabetes. *Jurnal Ilmu Gizi dan Dietetik*. 2(4):269-277. <https://doi.org/10.25182/jigd.2023.2.4.269-277>
- Mufida L, Widyaningsih TD, Maligan JM. 2023. Formulasi dan karakterisasi fisikokimia makanan pendamping ASI (MP-ASI) bubur instan berbasis tepung komposit lokal. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 11(1): 22-31. <https://doi.org/10.21776/ub.jpa.2023.011.01.3>

- Mulyani AT, Khairinisa MA, Khatib A, Chaerunisaa AY. 2025. understanding stunting: impact, causes, and strategy to accelerate stunting reduction-A narrative review. *Nutrients*. 17(9):493. <https://doi.org/10.3390/nu17091493>
- Nadhiroh SR, Micheala F, Tung SEH, Kustiawan TC. 2023. Association between maternal anemia and stunting in infants and children aged 0-60 months: A systematic literature review. *Nutrition*. 115: 112094. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2023.112094>
- Nurkhasanah S, Dhurhanian CE. 2023. Karakteristik fisikokimia dan organoleptik bubuk tabur berbasis pangan lokal dengan substitusi daun kelor. *Jurnal Pangan Fungsional dan Gizi*. 12(1):45-53. <https://doi.org/10.26656/jpf.v12i1.1042>
- Parikh P, Semba R, Manary M, Swaminathan S, Udomkesmalee E, Bos R, Poh BK, Rojroongwasinkul N, Geurts J, Sekartini R, Nga TT. 2022. Animal source foods, rich in essential amino acids, are important for linear growth and development of young children in low- and middle-income countries. *Maternal & Child Nutrition*. 18(1). <https://doi.org/10.1111/mcn.13264>
- Pomalingo R, Misnati M. 2021. Formulasi biskuit daun kelor (*Moringa oleifera*) dengan penambahan perisa sebagai upaya peningkatan daya terima sensori. *Jurnal Gizi dan Kesehatan*. 13(2):112-120. <https://doi.org/10.35457/jgk.v13i2.1534>
- Purwandini S, Atmaka DR. 2023. Pengaruh kecukupan konsumsi zink dengan kejadian stunting: studi literatur. *Media Gizi Kesmas*. 12(1):509-515. <https://doi.org/10.20473/mgk.v12i1.2023.509-515>
- Putri SR, Nasution Z, Setiawan B. 2020. Analysis of iron, calcium and zinc contents in formulated fish-moringa complementary feeding. *Food Research*. 4(Suppl. 3): 78-84. [https://doi.org/10.26656/fr.2017.4\(S3\).S09](https://doi.org/10.26656/fr.2017.4(S3).S09)
- Rachmawati K, Mulyati S, Utama S, Wurlina W, Santoso KP, Suwasanti NL. 2022. Peningkatan nilai produk olahan hasil laut dan gerakan gemar makan ikan bagi masyarakat dalam rangka pencegahan stunting. *Jurnal Buletin Pengabdian Masyarakat*. 2(3):205-212. <https://doi.org/10.24815/bulpengmas.v4i1.35366>
- Rustam NR, Latief S, Lantara AMHD, Bamahry AR, Darma S. 2024. Narrative review: Pencegahan kejadian stunting dengan berbantuan protein hewani pada balita. *Fakumi Medical Journal: Jurnal Mahasiswa Kedokteran*. 4(8). <https://doi.org/10.33096/fmj.v4i8.475>
- Sari HP, Natalia I, Sulistyaning AR, Farida F. 2022. Hubungan keragaman asupan protein hewani, pola asuh makan, dan higiene sanitasi rumah dengan kejadian stunting. *Journal Of Nutrition College*. 11(1):18-25. <https://doi.org/10.14710/jnc.v11i1.31960>
- Safitri A, Rahman N, Hermansyah H. 2022. Karakteristik fisikokimia dan organoleptik biskuit dengan penambahan tepung daun kelor (*Moringa oleifera*). *Jurnal Teknologi Pangan dan Gizi*. 21(1):34-42. <https://doi.org/10.33751/jtp.v21i1.4812>
- Sindhughosa WU, Sidiartha IGL. 2023. Asupan protein hewani berhubungan dengan stunting pada anak usia 1-5 tahun di lingkungan kerja Puskesmas Nagi Kota Larantuka, Kabupaten Flores Timur. *Intisari Sains Medis*. 14(1):387-393. <https://doi.org/10.15562/ism.v14i1.1708>
- Simanjuntak L, Pratama Y, Lestari S. 2024. Analisis sensoris dan retensi klorofil pada produk tabur berbasis daun kelor (*Moringa oleifera*) dengan variasi metode pengolahan. *Jurnal Mutu Pangan*. 11(1):12-19. <https://doi.org/10.29244/jmpi.2024.11.1.12>
- Sirajuddin S, Rauf S, Nursalim N. 2020. Asupan zat besi berkorelasi dengan kejadian stunting balita di Kecamatan Maros Baru. *Gizi Indonesia*. 43(2):109-118. <https://doi.org/10.36457/gizindo.v43i2.406>
- Suhaeni S, Aminah S, Syarif R. 2024. Pengaruh fortifikasi tepung daun kelor (*Moringa oleifera*) terhadap sifat kimia dan organoleptik produk pangan berbasis tepung. *Jurnal Teknologi Pangan*. 18(1):55-64. <https://doi.org/10.33005/jtp.v18i1.4112>
- Varkey A. Devi S, Mukhopadhyay A, Kamat NG, Pauline M, Dharmar M, Holt RR, Allen LH, Thomas T, Keen CL, Kurpad A. V. 2020. Metabolome and microbiome alterations related to short-term feeding of a micronutrient-fortified, high-quality legume protein-based food product to stunted school age children: A randomized controlled pilot trial. *Clinical Nutrition*. 39(11):3251-3261. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2020.02.018>
- Wandansari S, Handayani S, Wijaya C. 2021. pengaruh suhu dan lama pengeringan terhadap mutu bubuk penyedap rasa alami berbasis ikan dan tempe. *Jurnal Rekayasa Pangan dan Pertanian*. 9(3):115-122. <https://doi.org/10.32734/jrpp.v9i3.6734>
- Yuniarti A, Setiarini A. 2024. Konsumsi vitamin A untuk mencegah kejadian stunting: Systematic Review. *Media Publikasi Promosi Kesehatan Indonesia (MPPKI)*. 7(3):588-595. <https://doi.org/10.56338/mppki.v7i3.4784>