

PREFERENSI SENSORIK DAN KARAKTERISTIK FISIK SNACK BAR PADAT GIZI BERBASIS KOMBINASI PANGAN LOKAL UNTUK PENANGANAN STUNTING

Naema Bora^{1)*}, John T. Kana Tiri¹⁾, Marthen Y. Saubaki¹⁾

¹⁾ Program Studi Teknologi Rekeyasa Pangan, Politeknik Pertanian Negeri Kupang

*e-mail Korespondensi: naemabora69@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini merekayasa ubi jalar ungu, kacang hijau, ikan teri, dan daun kelor menjadi snack bar alternatif berbasis sumber pangan lokal yang disukai anak, memudahkan kontrol porsi serta umur simpan. Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap satu faktor dengan lima formula (F1–F5) dan tiga ulangan. Uji karakteristik fisik (kadar air dan kekerasan) dan uji hedonik terhadap warna, aroma, rasa, dan tekstur dilakukan oleh 25 panelis menggunakan skala hedonik 1–7. Hasil menunjukkan F2 (45% ubi jalar ungu, 20% kacang hijau, 15% ikan teri, 5% kelor) memiliki kadar air moderat (6,77%), kekerasan optimal (6,67 N), dan meraih skor tertinggi pada seluruh atribut hedonik. Komposisi protein hewani-nabati dan fraksi kelor moderat menciptakan warna dan aroma menarik, rasa gurih-seimbang, dan tekstur chewy yang disukai panelis, sedangkan kadar air tinggi (F5) menghasilkan tekstur terlalu lunak. Temuan ini menunjukkan rekayasa pangan lokal mampu menghasilkan snackbar yang bergizi, praktis, dan diterima konsumen menjadi produk pencegah stunting.

Kata kunci: *Snack bar padat gizi; Pangan lokal fungsional; Pencegahan stunting; Uji sensori; Karakteristik fisik*

ABSTRACT

This study engineered purple sweet potatoes, mung beans, anchovies, and moringa leaves into an alternative snack bar based on local food sources that children like, making portion control and shelf life easier. The study used a completely randomized design with one factor, five formulas (F1–F5), and three replications. Tests on physical characteristics (moisture content and hardness) and hedonic tests on color, aroma, taste, and texture were conducted by 25 panelists using a 1–7 hedonic scale. The results showed that F2 (45% purple sweet potatoes, 20% mung beans, 15% anchovies, 5% moringa) had moderate moisture content (6.77%), optimal hardness (6.67 N), and achieved the highest scores in all hedonic attributes. The combination of moderate animal-plant protein and moringa fraction created attractive color and aroma, a balanced savory taste, and a chewy texture favored by panelists, while high moisture content (F5) resulted in an overly soft texture. These findings indicate that local food engineering can produce snack bars that are nutritious, practical, and accepted by consumers as a product to prevent stunting.

Keywords: *Nutrient-dense snack bar; Functional local food; Stunting prevention; Sensory evaluation; Physical characteristics*

PENDAHULUAN

Stunting tetap menjadi salah satu masalah gizi kronis yang signifikan di Indonesia dan banyak negara berkembang. Data *Indonesia Nutrition Status Survey* (SSGI) tahun 2022 menunjukkan prevalensi stunting nasional berada pada angka 21,6%, dengan angka di Nusa Tenggara Timur (NTT) masih di atas rata-rata nasional, yaitu sebesar 37,8% (Kementerian Kesehatan RI., 2022). Stunting berdampak jangka panjang terhadap pertumbuhan fisik, perkembangan kognitif, serta kualitas sumber daya manusia (UNICEF Indonesia, 2023). Upaya pencegahan stunting memerlukan intervensi gizi yang terjangkau, berbasis bahan pangan lokal, dan mudah diterima oleh kelompok sasaran, terutama anak-anak balita.

Rekayasa pangan lokal menjadi salah satu strategi kunci untuk mengatasi masalah gizi kronis. Pemanfaatan bahan pangan lokal yang kaya gizi (seperti ubi jalar ungu, kacang hijau, ikan teri, dan daun kelor), tidak hanya mendukung ketahanan pangan, tetapi juga memanfaatkan sumber daya yang tersedia di daerah sehingga lebih berkelanjutan secara ekonomi. Ubi jalar ungu kaya akan karbohidrat kompleks dan antosianin yang bersifat antioksidan; kacang hijau menyumbang protein nabati, vitamin, dan mineral; ikan teri merupakan sumber protein hewani, kalsium, protein, dan asam lemak omega-3; sedangkan daun kelor dikenal mengandung zat besi, vitamin C, dan polifenol. Kombinasi keempat bahan ini memungkinkan pengembangan produk pangan fungsional yang dapat mendukung pertumbuhan dan mencegah kekurangan gizi pada balita (Bessada et al., 2018; Shahidi & Ambigaipalan, 2018).

Pemilihan bentuk produk yang tepat menjadi faktor penting agar intervensi gizi dapat diterima. Untuk itu, produk *snack bar* padat gizi menjadi pilihan yang strategis karena memiliki keunggulan berupa *ready-to-eat*, umur simpan relatif panjang, ukuran porsi yang terkontrol, dan mudah dibagikan pada program gizi masyarakat. Karakteristik fisik yang kompak dan rasa yang familiar membuat *snack bar* lebih mudah diterima anak-anak dibandingkan makanan fortifikasi berbentuk bubur atau tablet. Selain itu, proses pemanggangan dapat menurunkan kadar air sehingga menekan risiko kerusakan mikrobiologis dan

mempertahankan kandungan nutrisi penting bila dikendalikan dengan baik (Bechoff et al., 2015; Gulati et al., 2018).

Keberhasilan pengembangan *snack bar* padat gizi tidak hanya ditentukan oleh kandungan gizi, tetapi juga oleh karakteristik sensori dan fisik produk. Penerimaan konsumen (khususnya anak-anak), sangat dipengaruhi oleh penampilan warna, aroma, rasa, dan tekstur yang menyenangkan (Setyaningsih et al., 2019). Warna yang menarik berperan dalam kesan awal dan mendorong kesediaan mencoba; aroma dan rasa menentukan palatabilitas; sedangkan tekstur memengaruhi kesan kunyah dan kepuasan mengonsumsi produk. Oleh karena itu, pengembangan formula harus mempertimbangkan keseimbangan antara komposisi bahan dan proses produksi untuk memperoleh produk yang disukai sekaligus memenuhi kriteria gizi.

Kajian sebelumnya menunjukkan bahwa penambahan bahan fungsional seperti daun kelor perlu dioptimalkan karena meskipun meningkatkan kandungan mikronutrien, kadar yang terlalu tinggi dapat menurunkan kesukaan warna dan rasa akibat munculnya kesan herbal atau pahit (Chikpah et al., 2020; Munyua et al., 2021). Hal ini menegaskan pentingnya penelitian yang secara sistematis membandingkan berbagai kombinasi bahan untuk memperoleh formula yang memenuhi kriteria gizi dan tetap disukai konsumen. Penelitian fortifikasi *snack bar* dengan kelor atau ikan sudah dilakukan, namun belum ada yang menguji kombinasi empat pangan lokal NTT serta menentukan formula optimum berbasis analisis fisik dan sensori.”

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar ilmiah untuk pengembangan produk pangan fungsional berbasis sumber daya lokal sebagai intervensi pencegahan stunting yang lebih efektif dan berkelanjutan di NTT.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni hingga September 2025 di Laboratorium Teknologi Hasil Pertanian dan Laboratorium Pengawasan Mutu Pangan Politeknik Pertanian Negeri Kupang untuk proses formula dan uji

organoleptik, serta di Laboratorium Pangan dan Gizi Universitas Gadjah Mada untuk analisis karakteristik fisik.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu faktor dengan lima formula *snack bar* (F1–F5) sebagai perlakuan dan tiga ulangan pada setiap formula. Seluruh formula mengandung bahan dasar berupa kombinasi tepung ubi jalar ungu, tepung kacang hijau, tepung ikan teri, dan tepung daun kelor yang dikombinasikan dengan tepung terigu serta bahan tambahan (gula, margarine, dan telur). Komposisi formula adalah sebagai berikut: F1 terdiri atas 45% tepung ubi jalar ungu, 20% tepung kacang hijau, 10% tepung ikan teri, 10% tepung daun kelor; F2 terdiri atas 45% tepung ubi jalar ungu, 20% tepung kacang hijau, 15% tepung ikan teri, 5% tepung daun kelor; F3 terdiri atas 40% tepung ubi jalar ungu, 15% tepung kacang hijau, 20% tepung ikan teri, 10% tepung daun kelor; F4 terdiri atas 40% tepung ubi jalar ungu, 15% tepung kacang hijau, 20% tepung ikan teri, 15% tepung daun kelor; sedangkan F5 terdiri atas 50% tepung ubi jalar ungu, 10% tepung kacang hijau, 10% tepung ikan teri dan 15% tepung terigu dan bahan tambahan. Proporsi tepung terigu dan bahan tambahan disesuaikan untuk melengkapi bobot adonan dan menjaga konsistensi tekstur adonan, sehingga total komposisi pada setiap formula menjadi 100%.

Pelaksanaan penelitian dimulai dengan penyiapan bahan baku, meliputi pengeringan ubi jalar ungu, kacang hijau, ikan teri dan daun kelor pada suhu 60 °C selama ±8 jam hingga mencapai kadar air rendah (<10%), kemudian digiling hingga menjadi tepung halus dan diayak agar ukuran partikel seragam. Ikan teri yang digunakan dengan cara penjemuran, kemudian oven pada suhu moderat dan digiling menjadi tepung halus yang kaya protein, mineral dan omega3. Tahap berikutnya adalah penyiapan formula, yakni penimbangan bahan sesuai komposisi masing-masing perlakuan F1–F5 kemudian dicampur homogen bersama bahan tambahan. Adonan kemudian dicetak dalam loyang berbentuk persegi panjang dan dipanggang pada suhu 120°C selama ±15 - 20 menit hingga mencapai tingkat kekeringan yang diinginkan. Produk yang telah matang didinginkan pada suhu ruang, kemudian dikemas dalam kemasan aluminium foil kedap udara untuk mencegah penyerapan kelembapan dari lingkungan.

Produk *snack bar* ini selanjutnya diuji untuk dua kelompok parameter. Karakteristik fisik yang diamati meliputi kadar air, yang dianalisis dengan metode oven (AOAC, 2019), dan kekerasan tekstur yang diukur menggunakan tekstur analyzer dengan satuan gaya puncak (N). Uji organoleptik dilakukan oleh 25 panelis semi-terlatih yang menilai empat atribut sensorik—warna, aroma, rasa, dan tekstur—menggunakan skala hedonik 1–7, di mana 1 berarti sangat tidak suka dan 7 berarti sangat suka. Untuk menjaga konsistensi penilaian, pengujian dilakukan di ruang sensorik dengan pencahayaan netral dan penyajian sampel dilakukan secara acak dengan kode tiga ulangan.

Data hasil pengamatan karakteristik fisik dan skor hedonik dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA) sesuai rancangan RAL untuk menguji pengaruh perlakuan formula terhadap masing-masing parameter. Apabila terdapat perbedaan nyata ($p < 0,05$), maka dilakukan uji lanjut Duncan's Multiple Range Test (DMRT) untuk membandingkan rata-rata antar formula. Seluruh analisis dilakukan menggunakan perangkat lunak statistik yang umum digunakan dalam penelitian pangan. Hasil yang diperoleh kemudian diinterpretasikan secara deskriptif untuk menjelaskan hubungan antara komposisi bahan dengan karakteristik fisik dan tingkat penerimaan sensorik produk *snack bar* padat gizi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Fisik *Snack Bar* Padat Gizi

Pengukuran parameter karakteristik fisik sangat penting, karena menentukan mutu makan (*eating quality*), stabilitas selama penyimpanan, dan penerimaan konsumen pada produk *snack bar*. Dua indikator yang paling sensitif yang berhubungan dengan kualitas fisik adalah kadar air (yang memengaruhi water activity, *aw*), kerenyahan/*chewiness*”, dan umur simpan), dan parameter kekerasan atau tekstur sebagai proksi struktur matriks (interaksi pati–protein–serat, kristalisasi gula, dan migrasi air). Berbagai penelitian pada *snack* atau cereal dalam bentuk bar menunjukkan bahwa kelembapan yang terlalu rendah bisa memicu tekstur terlalu keras, sedangkan kelembapan berlebih

meningkatkan kelekatan dan ketidakstabilan; karena itu, titik optimal biasanya berada pada kisaran aw rendah sampai menengah dengan kadar air moderat dan matriks yang kohesif. Hasil uji kadar air dan kekerasan *snack bar* padar gizi di sajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kadar Air dan Karakteristik Fisik *Snack Bar* Padat Gizi Berbasis Kombinasi Ubi Jalar Ungu, Kacang Hijau, Ikan Teri, dan Daun Kelor

Kode Formula	Kadar Air (%) \pm SD	Kekerasan (N) \pm SD
F1	7,48 \pm 0,10 ^a	5,33 \pm 0,45 ^b
F2	6,77 \pm 0,02 ^a	6,67 \pm 0,37 ^a
F3	6,54 \pm 0,04 ^a	6,33 \pm 0,57 ^a
F4	5,50 \pm 0,04 ^b	5,67 \pm 0,50 ^b
F5	7,48 \pm 0,01 ^a	4,33 \pm 0,33 ^c

Keterangan:

1. F1 = 45% Tepung Ubi Jalar Ungu + 20% Tepung Kacang Hijau + 10% Bubuk Ikan Teri + 10% Tepung Daun Kelor + 15% Bahan Tambahan; F2 = 45% Tepung Ubi Jalar Ungu + 20% Tepung Kacang Hijau + 15% Bubuk Ikan Teri + 5% Tepung Daun Kelor + 15% Bahan Tambahan; F3 = 40% Tepung Ubi Jalar Ungu + 15% Tepung Kacang Hijau + 20% Bubuk Ikan Teri + 10% Tepung Daun Kelor + 15% Bahan Tambahan; F4 = 40% Tepung Ubi Jalar Ungu + 15% Tepung Kacang Hijau + 20% Bubuk Ikan Teri + 15% Tepung Daun Kelor + 15% Bahan Tambahan; dan F5 = 50% Tepung Ubi Jalar Ungu + 10% Tepung Kacang Hijau + 10% Bubuk Ikan Teri + 15% Tepung Daun Kelor + 15% Bahan Tambahan
2. Skala hedonik 1–7 (1 = sangat tidak suka, 7 = sangat suka); tampilkan nilai rata-rata \pm simpangan baku (SD).

Kadar Air *Snack Bar* Padat gizi

Hasil analisis pola kadar air yang ditampilkan pada Tabel 1, memperlihatkan formuasi F4 terendah (5,50%), disusul F3–F2 (\approx 6,5–6,8%), sedangkan F1 dan F5 tertinggi (\approx 7,5%). Secara umum, kadar air yang lebih rendah mendukung aw lebih rendah dan stabilitas mikrobiologis/kimia yang lebih baik, namun berisiko meningkatkan kekerasan bila matriks terlalu “kering”.

Penelitian Walneg, dkk., 2021., yang dilakukan pada *snack bar* menegaskan salah satu faktor yang mempengaruhi rendahnya kadar air tersebut penggunaan air yang relatif lebih sedikit dalam formula, Tepung ubi jalar ungu memiliki kadar air sebesar 5,67% (Walneg, dkk., 2021), adalah bahan utama *snack bar*, yaitu tepung ubi jalar ungu dan tepung kacang merah.

Hubungan komposisi dengan kadar air *snack bar* padat gizi dapat ditafsirkan dari kemampuan menahan/mengikat komponen air oleh kombinasi bahan.

Tepung kelor kaya serat dan protein memiliki daya ikat air tinggi, yang pada produk kering sering meningkatkan kadar air total. Penambahan tepung kelor menjaga kadar air, menurunkan aw, dan menurunkan kekerasan melalui modifikasi matriks.

Sisi lain, proporsi ubi jalar ungu sebagai sumber pati dan antosianin dan kacang hijau sebagai sumber protein dan serat, juga memengaruhi retensi air serta pembentukan jaringan. Ubi jalar ungu dikenal memiliki kapasitas serap air tertentu dan karakter pati/serat yang memodulasi tekstur; variasinya dapat berkontribusi pada kadar air lebih tinggi di F1 dan F5 (keduanya 7,48%), yang secara praktis meningkatkan “kelembutan” namun berpotensi menurunkan ketahanan kerenyahan selama simpan.

Kekerasan *Snack Bar* Padat Gizi

Hasil analisis terhadap kekerasan *snack bar* menunjukkan formula F2 (6,67 N) dan F3 (6,33 N) memperlihatkan kekerasan tertinggi, diikuti F4 (5,67 N), F1 (5,33 N), dan F5 (4,33 N). Secara tekstural, tingginya tingkat kekerasan F2/F3 konsisten dengan tingginya kandungan protein dari bubuk ikan teri (F2: 15%; F3: 20%) dan kacang hijau (F2: 20%; F3: 15%). Formula F5 menunjukkan tingkat kekerasan yang rendah (agak lunak) (4,33 N). Hal ini disebabkan oleh komposisi tepung ubi ungu lebih tinggi (50%) dan kacang hijau (10%) serta ikan (10%) yang paling rendah. Matriks dengan protein lebih rendah dan kadar air tertinggi (7,48%) wajar menghasilkan gaya patah lebih rendah (lebih empuk/kurang “chewy”). Temuan ini sejalan dengan penelitian Ji *et al.* (2023) bahwa kadar air lebih tinggi (*snack bar*) lebih lunak, sedangkan penambahan protein dari tepung ikan, dan tepung kelor, cenderung meningkatkan kekerasan pada produk seperti *snack bar*.

Formula F4 menunjukkan kadar air terendah (5,50%) tetapi kekerasan hanya sedang (5,67 N). Hal ini diduga komposisi kelor 15% berpotensi menurunkan kekerasan melalui efek serat-protein kelor yang menahan air di matriks mikro, sehingga kurva gaya puncak tidak setinggi formula berprotein hewani tinggi tanpa penyeimbang serat. Hasil sejalan dengan Purnamasari *et al.*, (2019), yang menyatakan bahwa peningkatan kekerasan pada produk biskuit dipengaruhi oleh komposisi bahan dan menurunnya kadar air mencapai 5,50%.

Hubungan Antara Kadar Air dan Tekstur Terhadap Konsekuensi Mutu

Secara umum, data memperlihatkan kecenderungan terbalik antara kadar air dan kekerasan (F5 paling basah–paling lunak; F2/F3 moderat air–paling keras), namun tidak linear karena peran komposisi (khususnya Moringa). Berbagai penelitian menegaskan bahwa air dan aw berinteraksi dengan jenis protein/serat/gula sehingga output tekstur dipengaruhi baik oleh kadar air maupun arsitektur matriks (ukuran pori, plastisasi gula, jaringan pati–protein). Pada banyak cereal/protein bar, air yang terlalu rendah mendorong kekerasan tidak diinginkan; sebaliknya air terlalu tinggi meningkatkan risiko penurunan kerenyahan dan stabilitas. Oleh karena itu, pemilihan formula terbaik perlu menimbang target tekstur dan stabilitas yang diinginkan.

Khusus komponen protein, bukti mutakhir menunjukkan pengerasan bar juga dipicu oksidasi protein–lipid dan jaringan silang selama penyimpanan (terlepas dari kadar air awal). Ini relevan untuk formula berbasis ikan/legum: makin tinggi protein, potensi hardening selama simpan perlu diantisipasi (mis. pengikat humektan, pelunak, atau kombinasi serat fungsional).

Preferensi Hedonik *Snack Bar* Padat Gizi

Uji hedonik adalah metode afektif yang menangkap derajat kesukaan konsumen terhadap atribut sensori menggunakan skala berjangkar verbal–numerik. Dalam makalah ini, uji hedonik menggunakan skala **1–7** dan menganalisis empat atribut kunci, yaitu: warna, aroma, rasa, tekstur, serta skor komposit (rata-rata empat atribut). Pendekatan ini sejalan dengan praktik sensori konsumen yang menilai overall liking sekaligus attribute liking, kemudian menghubungkannya dengan parameter fisik (kadar air, kekerasan) yang telah di bahas sebelumnya. Rerata skor hedonik *snack bar* padat gizi berbasis Kombinasi Ubi Jalar Ungu, Kacang Hijau, Ikan Teri, dan Daun Kelor per Atribut Sensorik, disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Rerata Skor Hedonik *Snack Bar* Padat Gizi Berbasis Kombinasi Ubi Jalar Ungu, Kacang Hijau, Ikan Teri, dan Daun Kelor

Kode Formula	Warna	Aroma	Rasa	Tekstur	Skor Komposit (Rerata)
F1	4,67 ± 0,57 ^b	5,33 ± 0,57 ^b	5,33 ± 0,57 ^b	5,33 ± 0,45 ^c	5,17
F2	6,33 ± 0,57 ^a	6,67 ± 0,55 ^a	6,67 ± 0,51 ^a	6,67 ± 0,37 ^a	6,58
F3	5,67 ± 0,57 ^b	6,33 ± 0,56 ^a	6,00 ± 1,00 ^a	6,33 ± 0,57 ^b	6,08
F4	4,33 ± 0,57 ^c	5,67 ± 0,53 ^b	5,67 ± 0,55 ^b	5,67 ± 0,50 ^c	5,33
F5	3,67 ± 0,57 ^c	4,33 ± 0,58 ^c	4,67 ± 0,67 ^c	4,33 ± 0,33 ^c	4,25

Keterangan:

1. F1 = 45% Tepung Ubi Jalar Ungu + 20% Tepung Kacang Hijau + 10% Bubuk Ikan Teri + 10% Tepung Daun Kelor + 15% Bahan Tambahan; F2 = 45% Tepung Ubi Jalar Ungu + 20% Tepung Kacang Hijau + 15% Bubuk Ikan Teri + 5% Tepung Daun Kelor + 15% Bahan Tambahan; F3 = 40% Tepung Ubi Jalar Ungu + 15% Tepung Kacang Hijau + 20% Bubuk Ikan Teri + 10% Tepung Daun Kelor + 15% Bahan Tambahan; F4 = 40% Tepung Ubi Jalar Ungu + 15% Tepung Kacang Hijau + 20% Bubuk Ikan Teri + 15% Tepung Daun Kelor + 15% Bahan Tambahan; dan F5 = 50% Tepung Ubi Jalar Ungu + 10% Tepung Kacang Hijau + 10% Bubuk Ikan Teri + 15% Tepung Daun Kelor + 15% Bahan Tambahan
2. skala hedonik 1–7 (1 = sangat tidak suka, 7 = sangat suka); tampilkan nilai rata-rata ± simpangan baku (SD).

Warna *Snack Bar* Padat Gizi

Hasil uji hedonik menunjukkan perbedaan nyata dalam kesukaan panelis terhadap warna snack bar, dengan urutan skor F2 (6,33 ± 0,57) > F3 (5,67 ± 0,57) > F1 (4,67 ± 0,57) > F4 (4,33 ± 0,57) > F5 (3,67 ± 0,57). Temuan ini menegaskan bahwa F2 memperoleh skor kesukaan warna tertinggi, sedangkan F5 terendah. Meskipun seluruh formula berbasis bahan yang sama (ubi jalar ungu sebagai sumber antosianin, kacang hijau, bubuk ikan teri, dan tepung daun kelor), namun ada perbedaan skor yang disebabkan oleh komposisi pigmen (antosianin dan klorofil), tingkat pencoklatan selama pemanggangan, serta kecerahan permukaan yang dipengaruhi oleh kadar air dan rasio gula-protein.

Perlakuan formula F2 menjadi yang paling disukai karena kombinasi komposisi bahan yang seimbang: ubi jalar ungu 45%, kacang hijau 20%, ikan teri 15%, dan kelor hanya 5%. Warna ungu alami dari ubi jalar memberikan rona yang menarik dan khas, sedangkan kadar kelor yang rendah tidak menonjolkan warna hijau gelap yang umumnya kurang disukai. Proses pemanggangan menghasilkan pencoklatan moderat akibat reaksi maillard yang memperkaya rona keemasan-ungu, meningkatkan kesan cerah dan bersih pada permukaan produk. Profil warna seperti ini dianggap lebih menarik secara psikovisual oleh panelis.

Sementara itu, formula F3, meskipun menempati posisi kedua dengan skor 5,67, menghasilkan rona yang sedikit lebih gelap karena kadar kelor (10%) dan ikan teri (20%) yang lebih tinggi, yang meningkatkan pencoklatan dan mengurangi kecerahan.

Aroma Snack Bar Padat Gizi

Hasil uji hedonik menunjukkan adanya perbedaan nyata dalam kesukaan panelis terhadap aroma snack bar dengan urutan skor $F2 (6,67 \pm 0,55) > F3 (6,33 \pm 0,56) > F4 (5,67 \pm 0,53) > F1 (5,33 \pm 0,57) > F5 (4,33 \pm 0,58)$. Data ini menegaskan bahwa F2 memiliki aroma paling disukai, sedangkan F5 terendah. Profil aroma produk panggang sangat dipengaruhi oleh senyawa volatil hasil reaksi Maillard, yang terbentuk melalui interaksi gula reduksi dengan asam amino selama pemanggangan. Senyawa seperti alkilpirazina dan furan memberi karakter aroma *roasted* dan *nutty* yang umumnya disukai konsumen, sedangkan intensitasnya dipengaruhi oleh komposisi protein–gula, kadar air, dan kondisi pemanggangan.

Formula F2 menjadi formula terbaik karena mengandung ikan teri 15% dan kelor hanya 5%, sehingga menyediakan prekursor asam amino yang cukup untuk reaksi Maillard sekaligus menghadirkan aroma yang seimbang tanpa memunculkan bau amis. Kehadiran aroma dari ikan teri memperkaya cita rasa dan meningkatkan aroma panggang yang disukai, sedangkan kadar kelor yang rendah tidak menghasilkan aroma herbal yang dominan. Sebaliknya, formula F3, dengan ikan teri 20% dan kelor 10%, tetap menghasilkan aroma panggang yang disukai (6,33), namun sebagian panelis merasakan aroma “ikan” yang lebih kuat.

Perbedaan dengan formula lain memperkuat kesimpulan ini. Formula F1, dengan kandungan protein lebih rendah (ikan 10%, kelor 10%), menghasilkan aroma panggang yang lebih lemah karena prekursor Maillard lebih sedikit. Formula F4, meskipun memiliki protein tinggi (ikan 20%), aromanya sedikit tereduksi oleh aroma herbal dari kelor (15%). Formula F5, dengan skor aroma terendah, dipengaruhi oleh kombinasi kelor tinggi (15%) yang memberi aroma hijau kurang disukai, kadar air lebih tinggi yang dapat menghambat pembentukan senyawa volatil panggang, serta potensi oksidasi lipid ikan yang memunculkan nada amis atau tengik. Temuan ini sejalan dengan Munyua et al.

(2021), yang melaporkan bahwa fortifikasi bubuk ikan dalam kadar optimal meningkatkan aroma gurih-panggang, tetapi interaksi dengan bahan nabati beraroma khas seperti Moringa pada kadar tinggi dapat menurunkan kesukaan aroma. Oleh karena itu, keseimbangan komposisi protein dan kelor yang tepat, seperti pada F2, menjadi kunci untuk mencapai aroma *snack bar* yang paling disukai panelis.

Rasa *Snack Bar* Padat Gizi

Hasil uji hedonik menunjukkan adanya perbedaan nyata dalam kesukaan panelis terhadap rasa *snack bar*. Temuan ini menegaskan bahwa F2 memiliki cita rasa paling disukai, sedangkan F5 memperoleh skor terendah. Rasa *snack bar* ditentukan oleh sinergi antara komponen umami-gurih dari ikan teri, rasa manis dari gula dan karbohidrat, serta minimnya kesan pahit atau herbal dari kelor. Keseimbangan ketiga unsur tersebut sangat mempengaruhi penerimaan sensori panelis.

Formula F2 menjadi yang paling disukai karena kombinasi ikan teri 15% dan kelor hanya 5% menghasilkan profil rasa harmonis. Rasa yang cukup kuat untuk meningkatkan persepsi manis dan gurih, namun tidak menimbulkan *aftertaste* ikan atau herbal yang mengganggu. Penelitian Munyua et al. (2021) menunjukkan bahwa asam glutamat dan 5'-ribonukleotida dalam ikan kecil dapat meningkatkan palatabilitas dan memperkuat cita rasa gurih pada produk berbasis sereal bila keseimbangan gula-garam terjaga.

Temuan ini sejalan dengan laporan Munyua et al. (2021) dan Chikpah et al. (2020) yang menyebutkan bahwa penambahan bubuk ikan dalam proporsi optimal dapat meningkatkan cita rasa produk panggang berbasis sereal, tetapi penggunaan daun kelor kering di atas 10% sering menurunkan kesukaan rasa karena menimbulkan kesan herbal atau pahit. Dengan demikian, keunggulan F2 terletak pada rasio protein hewani-nabati yang optimal (ikan 15% dan kelor 5%) yang memaksimalkan efek sinergis umami-gurih-manis tanpa gangguan *aftertaste* herbal. Formula lain memerlukan penyesuaian, seperti pengurangan kadar kelor atau penambahan bumbu, lemak, dan antioksidan alami untuk menjaga kebersihan dan keseimbangan rasa selama penyimpanan.

Tekstur *Snack Bar* Padat Gizi

Hasil uji hedonik menunjukkan adanya perbedaan nyata dalam kesukaan panelis terhadap tekstur. Temuan ini menegaskan bahwa formula F2 memiliki tekstur paling disukai dengan sensasi kunyah *chewy-firm* yang ideal, sedangkan formula F5 terendah, dinilai terlalu lembek dan kurang menarik. Pola ini selaras dengan hasil pengukuran fisik yang menunjukkan bahwa F2 memiliki kekerasan tertinggi (~6,67 N) dengan kadar air moderat, sedangkan F5 memiliki kadar air tertinggi dan tekstur paling lunak. *Snack bar* umumnya disukai bila memiliki tekstur *chewy-firm namun tidak keras*, yang muncul dari kadar air sedang dan matriks protein-pati yang kohesif. Sebaliknya, kadar air yang tinggi cenderung membuat tekstur menjadi lembek atau lengket sehingga mengurangi kenyamanan gigitan (*clean bite*).

Keunggulan formula F2 terutama ditentukan oleh komposisi protein dan kadar air yang seimbang. Kandungan protein dari ikan teri (15%) dan kacang hijau (20%) berperan membentuk jaringan pati-protein yang kohesif, didukung oleh reaksi Maillard yang membantu pembentukan struktur padat. Kandungan air yang moderat mempertahankan sifat *chewy* tanpa membuat tekstur menjadi keras. Kehadiran gula dan lemak dalam formula juga berperan sebagai *plasticizer* yang memberi kelenturan dan meningkatkan kenyamanan kunyah. Formula F3, dengan kandungan protein lebih tinggi (ikan 20%), sedikit lebih keras namun masih disukai karena tetap berada dalam rentang *chewy-firm* yang diinginkan panelis. Temuan ini sejalan dengan laporan bahwa penambahan serat nabati dalam jumlah moderat dapat membantu menjaga tekstur yang nyaman pada produk panggang (Gulati et al., 2018).

SIMPULAN

1. Rekayasa pangan lokal menjadi *snack bar* padat gizi terbukti mampu menghadirkan produk praktis dengan kandungan protein, mineral, dan antioksidan yang relevan bagi upaya pencegahan stunting pada balita, sekaligus memanfaatkan komoditas lokal NTT (ubi jalar ungu, kacang hijau, ikan teri, dan daun kelor).

2. Karakteristik fisik menunjukkan bahwa kadar air dan kekerasan dipengaruhi oleh komposisi bahan, terutama kadar protein (ikan/kacang hijau) dan serat kelor. Dimana formula F2 (45% ubi jalar ungu, 20% kacang hijau, 15% ikan teri, 5% kelor) memiliki kadar air moderat (6,77%) dan kekerasan ideal (6,67 N) untuk memberikan tekstur yang disukai.
3. Uji hedonik oleh 25 panelis menunjukkan bahwa F2 memiliki skor tertinggi untuk warna, aroma, rasa, dan tekstur, mencerminkan keseimbangan antara rasa umami ikan, warna ungu-coklat yang menarik, aroma panggang yang bersih, tekstur nyaman dikunyah.

DAFTAR PUSTAKA

- Bechoff, A., Poulaert, M., Tomlins, K., Westby, A., Menya, G., Young, S., & Dhuique-Mayer, C. (2015). Retention and bioaccessibility of β -carotene in blended foods containing orange-fleshed sweet potato flour. *Journal of Food Science*, 80(3), C480–C489.
- Bessada, S. M. F., Barreira, J. C. M., & Oliveira, M. B. P. P. (2018). Pulses and food security: Dietary protein, starch and micronutrient sources with growing importance. *Trends in Food Science & Technology*, 79, 123–132.
- Chikpah, S. K., Teye, G. A., & Saba, C. K. S. (2020). Effect of Moringa oleifera leaf powder fortification on nutritional, physicochemical and sensory characteristics of biscuits. *Food Science & Nutrition*, 8(3), 1485–1493.
- Gulati, P., Li, A., Holding, D., & Bruce, K. J. (2018). Protein bars: Effects of protein type and processing on textural and sensory properties. *Journal of Food Science*, 83(11), 2905–2912.
- Ji, Y.; Wang, Z.; Deng, Q.; Chen, J.; He, Z.; Zeng, M.; Qin, F.; Pan, H. (2023). Soy Protein Hydrolysates Affect the Structural and Mechanical Properties of Soy Protein-Wheat Gluten Extrudates Using High Moisture Extrusion. *Foods*, 12,912. <https://doi.org/10.3390/foods12050912>
- Kementerian Kesehatan RI. (2022). *Laporan nasional status gizi Indonesia*. Jakarta: Kemenkes RI. Retrieved from <https://www.kemkes.go.id/>
- Munyua, J., Ndiritu, A. K., & Kunyanga, C. N. (2021). Development of ready-to-eat cereal *snack bar* enriched with Moringa oleifera and evaluation of its nutritional, sensory and microbial quality. *African Journal of Food Science*, 15(8), 280–289.

- Purnamasari, M., Putri, A. S., & Fadhilah, N. (2019). Sensory quality and acceptability of *snack bars* made from local tubers and legumes for stunting prevention. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 30(2), 221–228.
- Setyaningsih, D., Apriyantono, A., & Sari, M. P. (2019). *Analisis sensori untuk industri pangan dan agro* (2nd ed.). Bogor: IPB Press.
- UNICEF Indonesia. (2023). *Stunting in Indonesia: Situation and response*. Retrieved from <https://www.unicef.org/indonesia>
- Walneg, Z. F., & Marliyati, S. A. 2022. Substitusi Tepung Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea batatas* L.) Sebagai Sumber Serat dan Antioksidan pada Flaky Crackers untuk Remaja. *Jurnal Ilmu Gizi Dan Dietetik*, 1(2), 127-134. DOI: <https://doi.org/10.25182/jigd..1.2.127-134>
-