e-ISSN 3062-8849
The 4th National Conference on Innovative Agriculture 2026
Jember, 26 - 27 September 2026

Jurusan Teknologi Pertanian
Politeknik Negeri Jember
doi: 10.25047/nacia.v4i1.627

Pengembangan *Crackers* Daun Kelor (*Moringa oleifera*) dan Biji Bunga Matahari (*Helianthus annuus L.)*: Pengaruh Formulasi terhadap Penerimaan Sensoris

Development of Moringa Leaf (Moringa oleifera) and Sunflower Seed (Helianthus annuus L.) Crackers: Effect of Formulation on Sensory Acceptance

Karunia Nor Azizah[1*], Fariha Imelda Meiliya[1], Diah Nuraini[1], Nadiyah Zuhroh[1]

[1]Program Studi Teknologi Rekayasa Pangan, Jurusan Teknologi Pertanian, Politeknik Negeri Jember

email koresponding: krnrazizah04@gmail.com

Received : 3 September 2026 | Accepted : 15 September 2026 | Published : 30 Oktober 2026

Kata Kunci

Camilan fungsional, crackers, evaluasi sensoris, tepung biji bunga matahari, tepung daun kelor.

ABSTRAK

Crackers merupakan camilan populer yang dapat dikembangkan menggunakan bahan pangan fungsional, seperti daun kelor (*Moringa oleifera*) dan biji bunga matahari (*Helianthus annuus L.*) yang kaya zat besi, vitamin C, dan selenium. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh formulasi tepung daun kelor dan tepung biji bunga matahari terhadap penerimaan sensoris *crackers* pada atribut warna, aroma, rasa, dan tekstur. Lima formulasi *crackers* dibuat dengan rasio tepung daun kelor terhadap tepung biji bunga matahari di antaranya yaitu F1 (15:0), F2 (0:15), F3 (5:10), F4 (7,5:7,5), dan F5 (10:5). Penerimaan sensoris dinilai oleh 27 panelis tidak terlatih menggunakan skala hedonik 5 poin, kemudian dianalisis dengan ANOVA dan uji lanjut Duncan serta Tukey. Hasil menunjukkan bahwa formulasi berpengaruh nyata terhadap seluruh atribut sensoris ($p<0,001$). F2 memperoleh skor tertinggi pada warna (4,15), tekstur (3,93), aroma (4,11), dan rasa (4,30), sedangkan F1 memperoleh skor terendah pada seluruh atribut tersebut. Formulasi campuran F3, F4, dan F5 tidak berbeda nyata satu sama lain dengan skor berkisar pada nilai 3. Nilai *fracturability crackers* berkisar 2,8–4,0 N. Penambahan tepung daun kelor menurunkan penerimaan sensoris *crackers*, sedangkan tepung biji bunga matahari meningkatkan penerimaan, sehingga diperlukan optimasi rasio kedua bahan lebih lanjut untuk menghasilkan *crackers* fungsional yang tetap disukai konsumen.

Keywords

Functional snack, crackers, sensory evaluation, sunflower seed flour, moringa leaf flour.

ABSTRACT

Crackers are popular snacks that can be enriched with functional ingredients such as moringa leaf (Moringa oleifera) and sunflower seed (Helianthus annuus L.) flours, both rich in iron, vitamin C, and selenium. This study aimed to evaluate the effect of moringa leaf and sunflower seed flour formulations on

the sensory acceptability of crackers across color, aroma, taste, and texture attributes. Five formulations were prepared using different ratios of moringa leaf flour to sunflower seed flour: F1 (15:0), F2 (0:15), F3 (5:10), F4 (7.5:7.5), and F5 (10:5). Sensory acceptability was assessed by 27 untrained panelists using a 5-point hedonic scale and analyzed via ANOVA followed by Duncan and Tukey post hoc tests. The formulations significantly affected all sensory attributes ($p<0,001$). F2 achieved the highest scores for color (4.15), texture (3.93), aroma (4.11), and taste (4.30), whereas F1 obtained the lowest scores across all parameters. The mixed formulations (F3, F4, and F5) did not differ significantly, scoring around 3, with fracturability values ranging from 2.8 to 4.0 N. Overall, incorporating moringa leaf flour decreased sensory acceptability, while sunflower seed flour improved it, highlighting the need for ratio optimization to develop consumer-preferred functional crackers.

1. PENDAHULUAN

Crackers merupakan salah satu camilan yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat karena mudah ditemukan di pasaran dan memiliki banyak varian bentuk serta rasa. Formulasi *crackers* pada umumnya tersusun atas tepung terigu sebagai bahan dasar yang kemudian diberi tambahan atau substitusi bahan lain untuk memperoleh karakteristik fisikokimia, tekstur, nilai gizi, hingga sensoris yang diinginkan (Millar dkk., 2017). Pengembangan *crackers* dengan memanfaatkan bahan pangan lain tersebut merupakan salah satu upaya untuk menghasilkan produk *crackers* dengan karakteristik dan kandungan gizi yang berbeda dari *crackers* pada umumnya. Salah satu bahan pangan yang dapat digunakan sebagai tambahan dalam pembuatan *cracker* yaitu daun kelor (*Moringa Oleifera*) dan biji bunga matahari (*Helianthus annuus*).

Daun kelor (*Moringa Oleifera*) telah lama dikenal sebagai bahan pangan yang kaya akan nutrisi terutama zat besi. Penelitian menunjukkan bahwa kandungan zat besi pada daun kelor dapat mencapai 7 mg hingga 28,9 mg per 100g (Hakim & Mulyani, 2024). Selain zat besi, daun kelor juga memiliki kandungan vitamin C yang memiliki manfaat sebagai antioksidan pada tubuh manusia. Kandungan *nutrient* dalam daun kelor tersebut berpotensi untuk menambah nilai fungsional produk *crackers* sebagai *snack* yang membantu pemenuhan zat besi harian. Selain daun kelor salah satu bahan pangan yang juga berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan tambahan dalam pembuatan *crackers* adalah biji bunga matahari.

Biji bunga matahari merupakan sumber zat gizi, antioksidan, vitamin, dan mineral salah satunya selenium. Kandungan selenium pada biji bunga matahari berada pada angka 79,3 µg per 100 g yang mana telah mencukupi kebutuhan harian yang direkomendasikan yaitu sekitar 40 – 70 µg per hari (Shahidin dkk., 2025). Pada tubuh manusia selenium memiliki peran penting dalam sistem antioksidan tubuh di mana ia melengkapi aktivitas vitamin C dan E dalam proses melindungi sel – sel tubuh dari radikal bebas (Rebecca dkk., 2017).

Kombinasi daun kelor serta biji bunga matahari dalam formulasi *crackers* tersebut berpotensi untuk meningkatkan nilai fungsional produk *crackers* melalui kandungan zat gizi di dalamnya. Meskipun begitu, penggunaan kedua bahan tersebut dalam formulasi *crackers* juga berpotensi untuk menghasilkan karakteristik produk yang berbeda dengan *crackers* pada umumnya dikarenakan cita rasa dan aroma khas yang dimiliki kedua bahan pangan tersebut yang kemudian akan memengaruhi tingkat kesukaan konsumen terhadap *crackers*. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan bubuk daun kelor dan tepung biji bunga matahari terhadap penerimaan sensoris *crackers* dengan parameter

Jurusan Teknologi Pertanian
Politeknik Negeri Jember
doi: 10.25047/nacia.v4i1.627

yang diamati meliputi warna, aroma, rasa, dan tekstur. Selain itu, penelitian ini juga diharapkan mampu menghasilkan formulasi *crackers* dengan karakteristik sensori yang dapat diterima oleh konsumen dan menjadi salah satu alternatif pengembangan produk berbasis daun kelor dan biji bunga matahari.

2. METODE

2.1 Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah gelas kimia, pipet volumetrik, timbangan analitik, oven, rak pengering, tanur, hot plate, vortex, baskom, cawan petri, labu ukur, kertas saring, *Atomic Absorption Spectroscopy* (AAS), cangkir porselen, penjepit, desikator, cetakan kue, loyang, dan *digital force gauges*.

Bahan-bahan yang dibutuhkan untuk pembuatan *crackers* adalah tepung daun kelor, tepung biji bunga matahari, dan bahan tambahan seperti tepung terigu protein sedang, gula rafinasi, mentega, garam, dan *baking powder*. Selain itu, bahan kimia pendukung juga digunakan untuk pengujian di antaranya yaitu HCl, natrium asetat, asam klorida pekat, akuades, HNO_3, H_2O_2 30%, asam sulfat pekat, $KMnO_4$, larutan penyangga pH 3,5–4,5, dan larutan besi standar.

2.2 Formulasi Produk

Proses pembuatan *crackers* menggunakan beberapa bahan utama, di antaranya tepung terigu protein rendah, tepung daun kelor, tepung biji bunga matahari, air, margarin, gula, garam, ragi, dan *baking powder*. Persentase penggunaan masing-masing bahan disajikan dalam **Tabel 1** berikut ini.

Tabel 1. Formulasi *crackers*

Komposisi	**Total (% w/w)**				
	F1	F2	F3	F4	F5
Bahan tepung	58,9	58,9	58,9	58,9	58,9
Tepung terigu protein rendah	43,9	43,9	43,9	43,9	43,9
Tepung daun kelor	15	0	5	7,5	10
Tepung biji bunga matahari	0	15	10	7,5	5
Air	27,37	58,9	58,9	58,9	58,9
Margarin	10,7	27,37	27,37	27,37	27,37
Gula	0,93	10,7	10,7	10,7	10,7
Garam	0,7	0,93	0,93	0,93	0,93
Ragi	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Baking powder	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7

2.3 Karakterisasi Produk

2.3.1 Uji sensori

Uji sensori dilakukan untuk menilai penerimaan konsumen terhadap atribut organoleptik produk, meliputi atribut warna, aroma, rasa, dan tekstur. Panelis tidak terlatih digunakan menjadi sumber uji dengan memberikan penilaian menggunakan skala hedonik 5 poin untuk mengukur tingkat kesukaannya. Hasil penilaian dianalisis secara statistik menggunakan ANOVA untuk menentukan pengaruh formulasi terhadap atribut sensori, diikuti dengan uji

Jurusan Teknologi Pertanian
Politeknik Negeri Jember
doi: 10.25047/nacia.v4i1.627

lanjutan (Duncan dan Tukey) untuk melihat perbedaan antar formulasi. Uji peringkat digunakan untuk menentukan formulasi yang paling disukai konsumen.

2.3.2 Uji kemampuan patah

Kemampuan patah (*fracturability*) diukur menggunakan *force gauge*. Sampel ditempatkan tepat di bawah *probe*, di atas platform datar. *Probe* silinder diturunkan secara vertikal untuk menekan produk hingga sampel hancur atau remuk. Gaya maksimum akan ditampilkan pada layar monitor *force gauge*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Uji sensoris *crackers*

Pengujian sensoris dilakukan terhadap lima formulasi *crackers* dengan perbandingan tepung daun kelor dan tepung biji bunga matahari, yaitu F1 (15:0), F2 (0:15), F3 (5:10), F4 (7,5:7,5), dan F5 (10:5). Berdasarkan analisis ragam dengan panelis sebagai blok, formulasi memberikan pengaruh yang signifikan terhadap seluruh atribut sensoris yang diuji, yaitu warna, tekstur, aroma, dan rasa ($p<0,001$). Hasil tersebut menunjukkan bahwa perubahan proporsi tepung daun kelor dan tepung biji bunga matahari secara nyata memengaruhi tingkat penerimaan panelis terhadap *crackers*.

Tabel 2. Penerimaan sensoris *crackers* pada berbagai formulasi

Atribut	F1 (15:0)	F2 (0:15)	F3 (5:10)	F4 (7,5:7,5)	F5 (10:5)	p-value
Warna	$2,67 \pm 1,21^{b}$	$4,15 \pm 0,99^{a}$	$3,22 \pm 0,75^{b}$	$3,11 \pm 0,97^{b}$	$3,26 \pm 1,20^{b}$	<0,001
Tekstur	$3,26 \pm 1,10^{b}$	$3,93 \pm 0,78^{a}$	$3,30 \pm 1,03^{b}$	$2,85 \pm 1,23^{b}$	$3,04 \pm 0,90^{b}$	<0,001
Aroma	$2,70 \pm 1,23^{c}$	$4,11 \pm 0,85^{a}$	$3,33 \pm 0,96^{b}$	$3,30 \pm 0,82^{b}$	$3,26 \pm 1,10^{bc}$	<0,001
Rasa	$2,11 \pm 1,09^{c}$	$4,30 \pm 0,67^{a}$	$2,96 \pm 0,98^{b}$	$3,30 \pm 0,99^{b}$	$3,26 \pm 0,94^{b}$	<0,001

Keterangan: nilai disajikan sebagai rata-rata ± standar deviasi (n=27). Angka pada baris yang sama yang diikuti huruf superskrip berbeda menunjukkan perbedaan nyata berdasarkan uji Tukey HSD pada α=0,05. Skala hedonik 1–5.

Berdasarkan **Tabel 2**, formulasi *crackers* menunjukkan tingkat penerimaan sensoris yang berbeda pada atribut warna, tekstur, aroma, dan rasa. F2 memperoleh nilai rata-rata tertinggi pada seluruh atribut, yaitu warna $4,15 \pm 0,99$, tekstur $3,93 \pm 0,78$, aroma $4,11 \pm 0,85$, dan rasa $4,30 \pm 0,67$. Sebaliknya, F1 cenderung memperoleh nilai penerimaan terendah, terutama pada atribut warna, aroma, dan rasa. Formulasi F3, F4, dan F5 menunjukkan nilai penerimaan yang relatif berdekatan, dengan skor rata-rata pada sebagian besar atribut berada di sekitar nilai 3. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa formulasi memberikan pengaruh nyata terhadap seluruh atribut sensoris yang diamati ($p<0,05$). Perbedaan penerimaan tersebut menunjukkan bahwa perubahan proporsi tepung daun kelor dan tepung biji bunga matahari memengaruhi karakteristik sensoris *crackers*

3.1.1 Warna

Formulasi berpengaruh nyata terhadap tingkat kesukaan warna *crackers* ($p<0,001$). F2 memperoleh skor warna tertinggi sebesar $4,15 \pm 0,99$ dan berbeda nyata dari F1, F3, F4, serta F5. F1 menunjukkan skor terendah sebesar $2,67 \pm 1,21$, sedangkan F3, F4, dan F5 masing-masing memperoleh skor $3,22 \pm 0,75$; $3,11 \pm 0,97$; dan $3,26 \pm 1,20$. Keempat formulasi yang mengandung tepung daun kelor tersebut tidak berbeda nyata satu sama lain. Hasil ini menunjukkan bahwa F2, yang mengandung 15% tepung biji bunga matahari tanpa tepung daun kelor, memiliki karakter warna yang paling disukai panelis dibandingkan formulasi lainnya.

Jurusan Teknologi Pertanian
Politeknik Negeri Jember
doi: 10.25047/nacia.v4i1.627

Perbedaan penerimaan warna dapat berkaitan dengan karakteristik warna alami bahan yang digunakan. Tepung daun kelor memiliki pigmen hijau yang dapat memberikan warna hijau hingga hijau kecokelatan pada produk setelah proses pemanggangan. Cervera-Chiner dkk. (2024) melaporkan bahwa peningkatan konsentrasi tepung daun *Moringa oleifera* pada snack *crackers* menyebabkan warna produk menjadi semakin intens, dan penggunaan tepung daun kelor pada konsentrasi yang lebih tinggi menghasilkan karakter warna yang kurang disukai oleh panelis. Penelitian tersebut juga menunjukkan bahwa penggunaan tepung daun kelor pada konsentrasi yang lebih rendah cenderung memberikan keseimbangan yang lebih baik antara karakteristik fungsional dan penerimaan sensoris.

Hedhili dkk. (2021) juga melaporkan bahwa warna hijau gelap pada biskuit yang diperkaya daun kelor menjadi salah satu karakteristik yang memengaruhi penerimaan konsumen. Perubahan warna pada produk *bakery* penting diperhatikan karena penampilan merupakan salah satu atribut awal yang dinilai konsumen sebelum mengevaluasi aroma, rasa, dan tekstur. Dengan demikian, warna khas yang dihasilkan oleh tepung daun kelor dapat berkontribusi terhadap perbedaan tingkat kesukaan panelis terhadap *crackers*.

Namun, pada formulasi campuran F3–F5 tidak ditemukan kecenderungan penurunan penerimaan warna seiring meningkatnya proporsi tepung daun kelor. F3 yang mengandung 5% tepung daun kelor memiliki skor 3,22, F4 dengan 7,5% sebesar 3,11, dan F5 dengan 10% sebesar 3,26, serta ketiganya tidak berbeda nyata. Hasil tersebut menunjukkan bahwa pada rentang proporsi 5–10% dalam formulasi campuran, peningkatan tepung daun kelor belum menghasilkan perubahan penerimaan warna yang berbeda secara nyata. Perbedaan penerimaan paling jelas justru terlihat antara F2 tanpa tepung daun kelor dan formulasi-formulasi yang mengandung tepung daun kelor.

Tepung biji bunga matahari juga dapat memengaruhi karakter warna produk *bakery*. Grasso dkk. (2019) melaporkan bahwa penggunaan *defatted sunflower seed flour* pada biskuit menyebabkan perubahan warna produk menjadi lebih gelap dan kecokelatan. Verde dkk. (2023) juga menunjukkan bahwa karakter warna tepung bunga matahari berperan dalam penerimaan konsumen terhadap *cookies*. Meskipun jenis tepung bunga matahari pada penelitian tersebut tidak sepenuhnya sama dengan bahan yang digunakan dalam penelitian ini, hasil tersebut menunjukkan bahwa komponen biji bunga matahari dapat berkontribusi terhadap pembentukan warna produk *bakery*. Tingginya skor warna F2 menunjukkan bahwa kombinasi penggunaan 15% tepung biji bunga matahari dan tidak adanya tepung daun kelor menghasilkan karakter visual yang lebih sesuai dengan preferensi panelis.

3.1.2 Aroma

Formulasi berpengaruh nyata terhadap tingkat kesukaan aroma *crackers* ($p<0,001$). F2 memperoleh skor aroma tertinggi sebesar 4,11 ± 0,85, sedangkan F1 menunjukkan skor terendah sebesar 2,70 ± 1,23. Tingginya proporsi tepung daun kelor pada F1 diduga menghasilkan aroma khas daun yang lebih kuat sehingga menurunkan penerimaan panelis. Daun kelor diketahui memiliki karakter aroma vegetal atau *herbaceous* yang dapat semakin dominan ketika digunakan pada konsentrasi tinggi dalam produk pangan. Cervera-Chiner dkk. (2024) juga melaporkan bahwa peningkatan tepung daun kelor pada *crackers* memperkuat karakter aroma dan *flavor* khas kelor yang pada konsentrasi tertentu dapat menurunkan penerimaan sensoris.

Sebaliknya, F2 yang mengandung 15% tepung biji bunga matahari tanpa tepung daun kelor memperoleh tingkat penerimaan aroma tertinggi. Pemanasan biji bunga matahari selama proses pengolahan dapat menghasilkan senyawa volatil yang berkontribusi terhadap karakter aroma *roasted* dan *nutty*. Guo dkk. (2019) melaporkan bahwa proses pemanasan biji bunga matahari menghasilkan berbagai senyawa volatil, termasuk kelompok pyrazine dan aldehyde,

Jurusan Teknologi Pertanian
Politeknik Negeri Jember
doi: 10.25047/nacia.v4i1.627

yang berkontribusi terhadap pembentukan aroma panggang. Karakter aroma tersebut diduga lebih sesuai dengan karakteristik *crackers* sehingga lebih dapat diterima oleh panelis. Namun, karena senyawa volatil tidak dianalisis dalam penelitian ini, keterkaitan tersebut digunakan sebagai penjelasan yang didukung literatur dan tidak menunjukkan hubungan kausal secara langsung.

Pada formulasi yang mengombinasikan kedua bahan, yaitu F3, F4, dan F5, skor aroma berada pada kisaran 3,26–3,33 dan tidak menunjukkan perbedaan nyata satu sama lain. Hasil tersebut menunjukkan bahwa perubahan proporsi tepung daun kelor sebesar 5–10% dalam formulasi campuran belum menghasilkan perbedaan penerimaan aroma yang jelas. Dengan demikian, perbedaan penerimaan aroma yang paling menonjol terlihat antara formulasi tanpa tepung daun kelor (F2) dan formulasi dengan tepung daun kelor pada proporsi tertinggi (F1).

3.1.3 Rasa

Formulasi berpengaruh nyata terhadap tingkat kesukaan rasa *crackers* ($p<0,001$). F2 memperoleh skor rasa tertinggi sebesar 4,30 ± 0,67 dan berbeda nyata dari seluruh formulasi lainnya, sedangkan F1 memperoleh skor terendah sebesar 2,11 ± 1,09. Sementara itu, F3, F4, dan F5 masing-masing memperoleh skor 2,96 ± 0,98; 3,30 ± 0,99; dan 3,26 ± 0,94 serta tidak berbeda nyata satu sama lain. Hasil tersebut menunjukkan bahwa perbedaan proporsi tepung daun kelor dan tepung biji bunga matahari memengaruhi penerimaan panelis terhadap rasa *crackers*.

Rendahnya penerimaan rasa F1 diduga berkaitan dengan tingginya proporsi tepung daun kelor pada formulasi tersebut. Daun kelor memiliki karakter rasa pahit yang dapat menjadi salah satu faktor pembatas penggunaannya pada produk *bakery*. Fapetu dkk. (2022) melaporkan bahwa peningkatan substitusi tepung daun kelor dari 2,5% menjadi 5% dan 10% menyebabkan penurunan penerimaan sensoris *cookies*, termasuk pada atribut rasa, dengan formulasi 2,5% memperoleh penerimaan tertinggi di antara *cookies* yang difortifikasi daun kelor. Penurunan penerimaan tersebut dikaitkan dengan karakter rasa pahit dan aroma khas yang muncul akibat penambahan tepung daun kelor.

Karakter pahit daun kelor juga dilaporkan menjadi salah satu kendala dalam pengembangannya sebagai bahan pangan fungsional. Rahman dkk. (2026) menunjukkan bahwa perlakuan *debittering* pada tepung daun kelor dapat meningkatkan penerimaan sensoris biskuit yang difortifikasi kelor. Temuan tersebut mengindikasikan bahwa pengendalian karakter pahit merupakan aspek penting dalam penggunaan tepung daun kelor pada produk *bakery*. Hasil penelitian ini menunjukkan pola yang serupa, yaitu F1 dengan proporsi tepung daun kelor tertinggi (15%) memiliki tingkat kesukaan rasa paling rendah.

Meskipun demikian, pada formulasi campuran F3–F5 tidak terlihat kecenderungan penurunan skor rasa seiring meningkatnya proporsi tepung daun kelor. F3 yang mengandung 5% tepung daun kelor memperoleh skor 2,96, sedangkan F4 dengan 7,5% dan F5 dengan 10% tepung daun kelor masing-masing memperoleh skor 3,30 dan 3,26. Ketiga formulasi tersebut juga tidak berbeda nyata. Pola ini menunjukkan bahwa penerimaan rasa tidak hanya berkaitan dengan proporsi tepung daun kelor, tetapi juga dengan komposisi relatif tepung biji bunga matahari dalam formulasi. Hal tersebut disebabkan peningkatan proporsi tepung daun kelor pada penelitian ini selalu disertai dengan penurunan proporsi tepung biji bunga matahari. Oleh karena itu, perbedaan penerimaan rasa merupakan pengaruh perubahan rasio kedua bahan dalam formulasi, bukan sebagai pengaruh tepung daun kelor secara independen.

3.1.4 Tekstur

Formulasi berpengaruh nyata terhadap tingkat kesukaan tekstur *crackers* ($p<0,001$). F2 memperoleh skor tekstur tertinggi sebesar 3,93 ± 0,78 dan berbeda nyata dari F1, F3, F4, dan

Jurusan Teknologi Pertanian
Politeknik Negeri Jember
doi: 10.25047/nacia.v4i1.627

F5. Sementara itu, F1, F3, F4, dan F5 tidak berbeda nyata satu sama lain. Hasil tersebut menunjukkan bahwa formulasi yang mengandung 15% tepung biji bunga matahari tanpa tepung daun kelor menghasilkan tekstur yang paling disukai panelis dibandingkan formulasi lainnya.

Perbedaan penerimaan tekstur dapat berkaitan dengan perubahan komposisi bahan penyusun *crackers*. Tepung daun kelor mengandung protein dan serat yang dapat memengaruhi pembentukan struktur serta kemampuan matriks produk dalam mengikat air. Giuberti dkk. (2021) melaporkan bahwa penggunaan tepung daun kelor pada produk biskuit dapat memengaruhi karakteristik fisik dan tekstural produk. Cervera-Chiner dkk. (2024) juga menunjukkan adanya perubahan karakteristik mekanis *crackers* setelah penambahan tepung daun kelor. Perubahan tersebut menunjukkan bahwa substitusi sebagian tepung dengan bahan kaya serat dan protein dapat memengaruhi struktur *crackers* yang terbentuk selama proses pemanggangan.

Tepung berbasis biji bunga matahari juga dilaporkan dapat memengaruhi karakteristik tekstur produk *bakery*. Grasso dkk. (2019) menemukan bahwa penggunaan *defatted sunflower seed flour* pada biskuit memengaruhi *firmness* dan karakter remah produk. Meskipun jenis tepung bunga matahari yang digunakan pada penelitian tersebut berbeda dengan penelitian ini, hasil tersebut menunjukkan bahwa komponen tepung biji bunga matahari dapat berkontribusi terhadap perubahan struktur produk *bakery*. Tingginya skor tekstur F2 mengindikasikan bahwa karakter tekstur yang terbentuk pada formulasi dengan proporsi tepung biji bunga matahari tertinggi lebih sesuai dengan preferensi panelis.

Tabel 3. Nilai *fracturability crackers* pada berbagai formulasi

Formulasi	Tepung daun kelor : tepung biji bunga matahari (%)	Fracturability (N)
F1	15 : 0	2,8
F2	0 : 15	3,5
F3	5 : 10	4,0
F4	7,5 : 7,5	3,7
F5	10 : 5	2,8

Berdasarkan Tabel 3, nilai *fracturability crackers* berkisar antara 2,8–4,0 N. F3 menunjukkan nilai *fracturability* tertinggi sebesar 4,0 N, diikuti F4 sebesar 3,7 N dan F2 sebesar 3,5 N, sedangkan F1 dan F5 memiliki nilai terendah yang sama, yaitu 2,8 N. F2 memperoleh skor kesukaan tekstur tertinggi meskipun nilai *fracturability*-nya bukan yang tertinggi maupun terendah. Sebaliknya, F3 memiliki nilai *fracturability* tertinggi, tetapi skor hedonik teksturnya sebesar 3,30. Pola ini menunjukkan bahwa secara deskriptif tingkat kesukaan tekstur tidak mengikuti perubahan nilai *fracturability* secara langsung.

3.2 Implikasi formulasi terhadap penerimaan produk

Secara keseluruhan, F2 menunjukkan penerimaan sensoris tertinggi pada seluruh atribut yang diamati dan berbeda nyata dari formulasi lainnya pada warna, tekstur, aroma, dan rasa. Dengan demikian, berdasarkan parameter sensoris, F2 merupakan formulasi dengan tingkat penerimaan tertinggi. Namun, F2 hanya mengandung 15% tepung biji bunga matahari tanpa penambahan tepung daun kelor, sehingga formulasi tersebut belum merepresentasikan kombinasi kedua bahan yang menjadi konsep pengembangan produk.

Pada formulasi yang mengombinasikan tepung daun kelor dan tepung biji bunga matahari, yaitu F3, F4, dan F5, tidak terdapat perbedaan nyata pada atribut warna, tekstur, aroma, maupun rasa. Hasil tersebut menunjukkan bahwa perubahan rasio kedua bahan pada rentang 5:10 hingga 10:5 belum menghasilkan perbedaan penerimaan sensoris yang cukup

Jurusan Teknologi Pertanian
Politeknik Negeri Jember
doi: 10.25047/nacia.v4i1.627

besar untuk menetapkan salah satu formulasi campuran sebagai formulasi yang paling unggul berdasarkan uji hedonik. Oleh karena itu, apabila salah satu formulasi campuran akan dipilih untuk pengembangan lebih lanjut, pertimbangannya perlu melibatkan parameter lain selain penerimaan sensoris, seperti karakteristik fisikokimia dan kandungan gizi produk.

Pengembangan produk pangan berbasis daun kelor perlu mempertimbangkan keseimbangan antara penambahan bahan yang berpotensi meningkatkan nilai gizi dan perubahan karakteristik sensoris yang ditimbulkannya. Beberapa penelitian pada produk bakery berbasis daun kelor menunjukkan bahwa peningkatan proporsi tepung daun kelor dapat meningkatkan kandungan komponen gizi tertentu, tetapi pada konsentrasi yang lebih tinggi juga dapat menurunkan penerimaan sensoris akibat perubahan warna, aroma, dan rasa (Fapetu dkk., 2022; Hedhili dkk., 2021; Cervera-Chiner dkk., 2024). Dengan demikian, formulasi optimum pada produk pangan fungsional tidak selalu identik dengan formulasi yang memiliki skor hedonik tertinggi, tetapi perlu mempertimbangkan keseimbangan antara penerimaan sensoris dan tujuan fungsional produk.

Dibandingkan F1 yang mengandung 15% tepung daun kelor tanpa tepung biji bunga matahari, formulasi campuran F3–F5 secara deskriptif menunjukkan skor penerimaan yang lebih tinggi pada sebagian besar atribut, terutama rasa. Namun, perbedaan tersebut tidak selalu signifikan pada seluruh atribut sensoris. Hasil ini menunjukkan bahwa penggunaan tepung daun kelor bersama tepung biji bunga matahari masih memungkinkan menghasilkan *crackers* dengan tingkat penerimaan sekitar kategori agak disukai. Optimasi formulasi selanjutnya dapat diarahkan pada pengendalian warna, aroma khas daun, dan rasa pahit yang berkaitan dengan penggunaan tepung daun kelor, dengan tetap mempertahankan tujuan pemanfaatannya sebagai bahan pangan fungsional.

4. KESIMPULAN

Formulasi tepung daun kelor dan tepung biji bunga matahari berpengaruh nyata ($p<0,001$) terhadap penerimaan sensoris *crackers* pada seluruh atribut yang diamati, yaitu warna, tekstur, aroma, dan rasa. Formulasi F2 (tanpa tepung daun kelor, 15% tepung biji bunga matahari) memperoleh skor penerimaan tertinggi pada seluruh atribut, sedangkan F1 (15% tepung daun kelor tanpa tepung biji bunga matahari) memperoleh skor terendah, yang diduga berkaitan dengan aroma vegetal dan rasa pahit khas daun kelor pada konsentrasi tinggi. Pada formulasi campuran F3, F4, dan F5, tidak ditemukan perbedaan penerimaan sensoris yang nyata pada satu sama lain, dengan skor berada pada kategori agak disukai. Hasil ini menunjukkan bahwa penambahan tepung biji bunga matahari dapat memperbaiki penerimaan sensoris *crackers* yang mengandung tepung daun kelor. Penelitian lanjutan disarankan untuk mengoptimalkan rasio tepung daun kelor dan tepung biji bunga matahari guna mengendalikan warna, aroma, dan rasa pahit, yang sekaligus tetap mempertahankan nilai fungsional produk sebagai camilan bergizi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami ucapkan kepada Politeknik Negeri Jember dan semua pihak yang terlibat serta memberikan fasilitas dan dukungan penuh terhadap pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Cervera-Chiner, L., Sanz, A., García-Mares, F. J., Castelló, M. L., & Ortolá, M. D. (2024, November). The effect of the incorporation of dried moringa leaf powder on the physicochemical and sensory properties of snack crackers. In *Biology and Life Sciences Forum* (Vol. 37, No. 1, p. 10). MDPI.

Fapetu, A.P., Karigidi, K.O., Akintimehin, E.S. dkk. (2022). Effect of partial substitution of wheat flour with Moringa oleifera leaf powder on physical, nutritional, antioxidant and antidiabetic properties of cookies. Bull Natl Res Cent 46, 53 (2022). https://doi.org/10.1186/s42269-022-00746-8

Giuberti, G., Bresciani, A., Cervini, M. dkk. (2021). Moringa oleifera L. leaf powder as ingredient in gluten-free biscuits: nutritional and physicochemical characteristics. Eur Food Res Technol 247, 687–694 (2021). https://doi.org/10.1007/s00217-020-03656-z

Grasso S, Omoarukhe E, Wen X, Papoutsis K, Methven L. (2019). The Use of Upcycled Defatted Sunflower Seed Flour as a Functional Ingredient in Biscuits. Foods. 8(8):305. doi: 10.3390/foods8080305. PMID: 31374886; PMCID: PMC6722723.

Hakim, I. L., Mulyani, Y., & Yusransyah. (2024). Potential of moringa leaves as antianemia for iron deficiency in white rat experiments. *Science Midwifery, 12*(3), 1062–1066.

Hedhili, A., Lubbers, S., Bou-Maroun, E., Griffon, F., Akinyemi, B. E., Husson, F., & Valentin, D. (2021). Moringa Oleifera supplemented biscuits: Nutritional values and consumer segmentation. South African Journal of Botany, 138, 406-414.

Millar, K. A., Barry-Ryan, C., Burke, R., Hussey, K., McCarthy, S., & Gallagher, E. (2017). Effect of pulse flours on the physiochemical characteristics and sensory acceptance of baked crackers. *International Journal of Food Science & Technology, 52*(5), 1155–1163. https://doi.org/10.1111/ijfs.13388

Rahman, T., Nabi, M. H. B., Rayhan, M. A., & Zzaman, W. (2026). Nutritional Enhancement, Antinutrient Reduction, Sensory Quality, and Acrylamide Mitigation in Biscuits Fortified with Oil-Assisted Debittered Moringa oleifera Leaf Powder. Future Foods, 100994.

Rebecca, A. J., Babu, P. S., Patnaik, M. C., & Hussain, S. A. (2017). Effect of selenium, sulphur and their interaction on yield, contents and uptake by sunflower (*Helianthus annuus* L.). *International Journal of Pure and Applied Biosciences, 5*(6), 1356–1363. https://doi.org/10.18782/2320-7051.5484

Shahidin, Wang, Y., Wu, Y., Chen, T., Wu, X., Yuan, W., Zhu, Q., Wang, X., & Zi, C. (2025). Selenium and Selenoproteins: Mechanisms, Health Functions, and Emerging Applications. *Molecules*, *30*(3), 437. https://doi.org/10.3390/molecules30030437

Verde, C. L., Pacioles, C. T., Paterson, N., Chin, J., Owens, C. P., & Senger, L. W. (2023). Hydrolysis of chlorogenic acid in sunflower flour increases consumer acceptability of sunflower flour cookies by improving cookie color. Journal of Food Science, 88(8), 3538-3550.