

**INOVASI *NUTRIE*CRACK'Z BERBASIS TEPUNG KOMPOSIT
BROKOLI-WORTEL SEBAGAI CAMILAN SUMBER ANTIOKSIDAN**

Varah Ariela¹, Rizqie Auliana²

^{1,2}Pendidikan Tata Boga, Universitas Negeri Yogyakarta

E- mail: varahariela.2023@student.uny.ac.id

INFO ARTIKEL

Sejarah Artikel

Diterima:

20 Agustus 2026

Diperbaiki:

16 September 2026

Diterima:

30 September 2026

Tersedia daring:

30 Oktober 2026.

Kata kunci

4D, brokoli, *crackers*,
tepung komposit,
wortel

ABSTRAK

Rendahnya konsumsi sayur dan buah pada masyarakat, khususnya konsumen muda, mendorong perlunya inovasi produk pangan yang praktis, menarik, dan memiliki nilai fungsional. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan produk *NutrieCrack'Z*, yaitu *crackers* berbasis tepung komposit terigu, tepung brokoli, dan tepung wortel sebagai alternatif makanan ringan sumber antioksidan. Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development (R&D)* dengan model pengembangan 4D, yang meliputi tahap *define*, *design*, *develop*, dan *disseminate*. Tahap *define* dilakukan untuk menentukan resep acuan terbaik dari tiga formula awal. Tahap *design* dilakukan dengan merancang formula pengembangan menggunakan substitusi tepung brokoli dan tepung wortel pada beberapa konsentrasi. Tahap *develop* dilakukan melalui validasi produk, perbaikan formula, penyajian, dan kemasan. Tahap *disseminate* dilakukan melalui uji sensoris kepada 90 panelis untuk membandingkan produk acuan dan produk pengembangan. Data dianalisis secara deskriptif dan menggunakan *paired sample t-test*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa formula pengembangan terpilih adalah formula dengan substitusi tepung brokoli dan tepung wortel sebesar 10%. Hasil uji *paired sample t-test* menunjukkan terdapat perbedaan signifikan antara produk acuan dan produk pengembangan pada aspek penampilan, warna, aroma, rasa, tekstur, dan keseluruhan dengan nilai signifikansi $<0,05$. Produk pengembangan memperoleh penerimaan yang lebih tinggi dibandingkan produk acuan. Dengan demikian, *NutrieCrack'Z* berpotensi dikembangkan sebagai inovasi *crackers* berbasis sayuran yang praktis, menarik, dan dapat diterima oleh panelis.

Kutipan (Gaya IEEE): [1] V. Ariela, R. Auliana, "Inovasi *NutrieCrack'Z* berbasis tepung komposit brokoli-wortel sebagai camilan sumber antioksidan," Prosiding Semnas PTBB, 2026, pp. 620–634.

PENDAHULUAN

Perubahan pola konsumsi pangan masyarakat modern mendorong berkembangnya inovasi produk makanan yang tidak hanya praktis, tetapi juga memiliki nilai gizi, mutu sensoris, dan daya tarik visual yang baik. Salah satu kelompok konsumen yang berpengaruh terhadap tren pangan saat ini adalah Generasi Z. Generasi ini tumbuh dalam lingkungan

digital, memiliki akses luas terhadap informasi, dan cenderung responsif terhadap produk yang praktis, menarik, serta sesuai dengan gaya hidup sehat dan berkelanjutan. [1] menunjukkan bahwa faktor kepraktisan menjadi salah satu pendorong utama Generasi Z dalam memilih produk pangan. Selain itu, sikap dan pengetahuan konsumen muda berperan penting dalam membentuk niat membeli produk pangan berkelanjutan [2]. Hal ini menunjukkan bahwa pengembangan produk pangan untuk Generasi Z perlu memperhatikan keseimbangan antara aspek kesehatan, kepraktisan, tampilan, cita rasa, serta keberlanjutan.

Meskipun minat terhadap pangan sehat semakin berkembang, konsumsi sayur dan buah masyarakat Indonesia masih tergolong rendah. Berdasarkan hasil Survei Kesehatan Indonesia, proporsi penduduk usia ≥ 5 tahun yang kurang mengonsumsi sayur dan buah masih mencapai 96,7% [3]. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa sebagian besar masyarakat belum memenuhi kecukupan konsumsi sayur dan buah harian. Rendahnya konsumsi sayur dan buah dapat berkaitan dengan kebiasaan makan yang kurang beragam, preferensi terhadap makanan praktis, serta rendahnya penerimaan terhadap sayur dalam bentuk utuh. Oleh karena itu, diperlukan strategi diversifikasi pangan yang mampu menghadirkan sayuran dalam bentuk produk yang lebih familiar, praktis, dan disukai oleh konsumen muda.

Salah satu produk yang berpotensi dikembangkan sebagai media diversifikasi pangan berbasis sayur adalah *crackers*. *Crackers* merupakan produk *bakery* kering yang umumnya berbentuk tipis, renyah, mudah dikonsumsi, dan memiliki umur simpan relatif panjang. Produk ini banyak dikonsumsi sebagai makanan ringan karena praktis, mudah dibawa, dan dapat dikembangkan dengan berbagai variasi rasa maupun bahan tambahan. *Crackers* umumnya dibuat dari campuran tepung, air, garam, lemak, dan bahan tambahan lain, serta banyak diminati karena kepraktisan, umur simpan, dan fleksibilitas penggunaannya [4]. Namun, *crackers* konvensional yang berbasis tepung terigu masih didominasi oleh pati dan relatif rendah kandungan serat, protein, mineral, dan senyawa bioaktif. Hal tersebut membuka peluang pengembangan *crackers* berbasis tepung komposit sebagai alternatif makanan ringan yang lebih bernilai gizi.

Salah satu metode yang banyak digunakan untuk membuat produk *bakery* yang berfungsi adalah menggunakan tepung komposit. Untuk membuat tepung komposit, tepung terigu dapat dicampur dengan tepung dari bahan pangan lain, seperti sereal, kacang-kacangan, sayuran, dan hasil samping pertanian. Penambahan bahan nabati pada produk *bakery* dapat meningkatkan kandungan protein, serat kasar, mineral, total *fenolik*, dan *flavonoid*, tetapi penerimaan sensoris tetap harus diperhatikan [4]. Dengan demikian, *crackers* memiliki potensi sebagai produk inovasi pangan. Penelitian [5] pada *crackels* berbasis tepung lele dan kelor juga menunjukkan bahwa *crackers* dapat dikembangkan sebagai camilan sumber antioksidan. fungsional apabila bahan substitusi yang digunakan dipilih dan diformulasikan secara tepat.

Brokoli (*Brassica oleracea var italica*) merupakan salah satu sayuran yang berpotensi digunakan sebagai bahan pangan fungsional. Brokoli mengandung vitamin, mineral, serat pangan, *glukosinolat*, senyawa *fenolik*, karotenoid, dan komponen bioaktif lain yang berkaitan dengan aktivitas antioksidan. Brokoli dan hasil sampingnya memiliki kandungan nutrisi dan fitokimia yang tinggi, termasuk vitamin, serat, *glukosinolat*, dan

senyawa *fenolik*, sehingga berpotensi digunakan dalam pengembangan produk *bakery* fungsional [6]. Penggunaan tepung brokoli sebesar 10% pada biskuit memberikan hasil terbaik dari aspek *workability* adonan dan kualitas teknologi produk dibandingkan formulasi lain, serta berkontribusi terhadap kandungan komponen bioaktif [7]. Temuan tersebut memperkuat potensi tepung brokoli sebagai bahan substitusi atau fortifikasi dalam produk *bakery*, termasuk *crackers*.

Selain brokoli, wortel (*Daucus carota L.*) juga memiliki potensi besar sebagai bahan pengembangan produk pangan fungsional. Wortel dikenal sebagai sumber karotenoid, terutama beta-karoten, yang berperan sebagai provitamin A dan antioksidan. Wortel mengandung kelompok fitokimia utama berupa *fenolik*, *karotenoid*, *poliasetilena*, dan asam *askorbat* yang berkaitan dengan manfaat kesehatan [8]. Selain itu, Wortel kaya akan karotenoid, antosianin, serat pangan, vitamin, dan senyawa bioaktif, serta dapat diolah menjadi berbagai produk pangan melalui proses pengeringan untuk memperpanjang umur simpan [9]. Dalam konteks produk *bakery*, pemanfaatan *carrot pomace powder* pada cake dapat meningkatkan kandungan serat, mineral, total *fenolik*, *flavonoid*, dan aktivitas antioksidan, sekaligus tetap memiliki penerimaan sensoris yang baik pada formulasi tertentu [10]. Hal ini menunjukkan bahwa tepung wortel dapat memberikan nilai tambah, baik dari aspek gizi, warna alami, maupun citra produk yang lebih sehat.

Meskipun penggunaan tepung sayuran memiliki potensi untuk meningkatkan nilai gizi produk, penerapan bahan tersebut dalam produk *bakery* tetap memiliki tantangan. Penambahan tepung sayuran dalam kadar yang terlalu tinggi dapat memengaruhi warna, aroma, rasa, tekstur, dan penerimaan keseluruhan produk. Fortifikasi bubuk brokoli pada *tortilla* jagung dapat meningkatkan kandungan mineral, serat, *polifenol*, kapasitas antioksidan, dan *glukosinolat*, tetapi konsentrasi fortifikasi yang terlalu tinggi dapat menurunkan penerimaan sensoris karena aroma dan rasa khas *Brassica* menjadi lebih kuat [11]. Temuan ini sejalan dengan prinsip pengembangan produk pangan, yaitu peningkatan nilai fungsional perlu diimbangi dengan formulasi yang tetap dapat diterima oleh konsumen. Oleh karena itu, pengembangan *crackers* berbasis tepung brokoli dan tepung wortel perlu dilakukan melalui tahapan formulasi, validasi, dan uji penerimaan panelis.

Beberapa penelitian terdahulu telah mengembangkan produk *bakery* atau makanan ringan dengan bahan substitusi nabati, seperti *crackers* tinggi serat berbasis bubuk daun dan kacang mete [4], *crackels* sumber antioksidan berbasis tepung lele dan kelor [5], *crackers* tinggi zat besi berbasis hati ayam dan mocaf [12], *cookies* berbasis tepung daun kelor dan tepung sorgum [13], serta produk *bakery* berbasis brokoli atau hasil samping brokoli [6], [7], [11]. Namun, penelitian yang secara spesifik mengombinasikan tepung brokoli dan tepung wortel sebagai bahan tepung komposit dalam produk *crackers* masih terbatas. Padahal, kombinasi brokoli dan wortel berpotensi menghasilkan produk dengan nilai fungsional yang saling melengkapi, yaitu brokoli sebagai sumber *glukosinolat*, serat, dan senyawa *fenolik*, serta wortel sebagai sumber karotenoid dan warna alami.

Selain aspek bahan utama, penggunaan tepung sayuran dalam produk *bakery* juga didukung oleh penelitian mengenai fortifikasi pangan berbasis bahan nabati. Purkiewicz et al. melaporkan bahwa penambahan carrot powder dan pumpkin powder pada roti gandum dapat meningkatkan kandungan mineral, total *fenolik*, dan *flavonoid* [14]. Temuan tersebut menunjukkan bahwa tepung sayuran tidak hanya berperan sebagai bahan pemberi warna

atau cita rasa, tetapi juga dapat meningkatkan nilai fungsional produk bakery. Dalam konteks *NutrieCrack'Z*, pemanfaatan tepung brokoli dan tepung wortel diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap karakteristik fungsional produk melalui kandungan serat, karotenoid, senyawa fenolik, serta komponen bioaktif lain yang berpotensi sebagai antioksidan.

Pengembangan produk pangan untuk konsumen muda juga perlu memperhatikan aspek visual dan kemasan. Kemasan tidak hanya berfungsi sebagai pelindung produk, tetapi juga sebagai media komunikasi yang dapat membentuk persepsi konsumen terhadap kualitas, keunikan, dan nilai produk. Liu et al. menunjukkan bahwa elemen visual kemasan, seperti warna, gambar, logo, tipografi, dan tata letak, dapat memengaruhi purchase intention melalui pengalaman merek yang dibangun oleh konsumen [15]. Oleh karena itu, pengembangan *NutrieCrack'Z* tidak hanya berfokus pada formula crackers, tetapi juga perlu memperhatikan desain label, informasi produk, warna kemasan, serta tampilan penyajian agar lebih sesuai dengan karakter konsumen Generasi Z yang cenderung responsif terhadap tampilan visual produk. Di sisi lain, peningkatan nilai fungsional produk melalui bahan alami perlu tetap mempertimbangkan keseimbangan antara manfaat gizi dan mutu sensoris. Bojňanská et al. menjelaskan bahwa penambahan ekstrak alami pada produk bakery seperti roti, biskuit manis, salty crackers, dan muffin dapat meningkatkan aktivitas antioksidan, tetapi intensitas aroma dan rasa tertentu dapat memengaruhi tingkat kesukaan panelis [16]. Hal ini memperkuat pentingnya tahap formulasi dan validasi dalam penelitian ini. Penggunaan tepung brokoli dan tepung wortel perlu dibatasi pada konsentrasi yang masih dapat diterima agar produk tidak memiliki warna, aroma, atau rasa sayuran yang terlalu dominan. Dengan demikian, *NutrieCrack'Z* dikembangkan sebagai produk yang tidak hanya memiliki nilai fungsional, tetapi juga tetap memperhatikan daya terima konsumen.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini mengembangkan *NutrieCrack'Z*, yaitu produk *crackers* berbasis tepung komposit terigu, tepung brokoli, dan tepung wortel sebagai inovasi makanan ringan sumber antioksidan yang ditujukan untuk konsumen muda, khususnya Generasi Z. Nilai kebaruan penelitian ini terletak pada pengembangan crackers berbasis kombinasi tepung brokoli dan tepung wortel melalui model pengembangan 4D, yaitu *define*, *design*, *develop*, dan *disseminate*. Pendekatan ini memungkinkan proses pengembangan dilakukan secara sistematis mulai dari pemilihan resep acuan, perancangan formula, validasi produk, hingga pengujian penerimaan panelis. Produk ini diharapkan dapat menjadi alternatif makanan ringan berbasis sayuran yang praktis, menarik, dan memiliki penerimaan sensoris yang baik.

Tujuan penelitian ini adalah mengembangkan formula *NutrieCrack'Z* berbasis tepung komposit terigu, brokoli, dan wortel; menentukan penyajian dan kemasan produk; serta mengetahui tingkat penerimaan panelis terhadap produk pengembangan dibandingkan produk acuan berdasarkan aspek penampilan, warna, aroma, rasa, tekstur, dan keseluruhan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap diversifikasi produk bakery fungsional, meningkatkan pemanfaatan sayuran dalam bentuk makanan ringan, serta menjadi alternatif inovasi produk pangan yang sesuai dengan kebutuhan dan preferensi konsumen muda.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D) dengan model pengembangan 4D yang terdiri atas *Define*, *Design*, *Develop*, dan *Disseminate*. Tahap *Define* dilakukan untuk menentukan resep acuan, tahap *Design* untuk menentukan formula pengembangan, tahap *Develop* untuk validasi produk, dan tahap *Disseminate* untuk mengetahui tingkat penerimaan panelis terhadap produk acuan dan produk pengembangan.

Bahan dan alat

Bahan utama yang digunakan dalam pengembangan *NutrieCrack'Z* adalah tepung terigu, tepung brokoli, tepung wortel, susu UHT, butter, ragi instan, baking soda, garam, *parsley*, dan wijen putih. Alat yang digunakan meliputi *bowl*, *spatula*, *small bowl*, *rolling pin*, pisau, timbangan, sendok, *baking paper*, loyang, dan oven.

Tabel 1. Bahan Utama Pembuatan *NutrieCrack'Z*

No.	Bahan	Fungsi
1	Tepung terigu	Bahan dasar pembentuk struktur crackers
2	Tepung brokoli	Bahan substitusi sumber komponen fungsional
3	Tepung wortel	Bahan substitusi sumber beta-karoten dan warna alami
4	Susu UHT	Cairan pembentuk adonan
5	Butter	Memberi rasa gurih dan membantu kerenyahan
6	Ragi instan dan baking soda	Bahan pengembang
7	Garam, <i>parsley</i> , wijen putih	Bahan penambah cita rasa dan tampilan

Prosedur Pengembangan

Tahap *Define* dilakukan dengan memilih satu resep acuan dari tiga resep awal, yaitu R1, R2, dan R3. Masing-masing resep diuji menggunakan borang sensoris untuk mengetahui karakteristik bentuk, ukuran, warna, aroma, rasa, tekstur, dan sifat keseluruhan. Resep dengan hasil sensoris terbaik digunakan sebagai dasar pada tahap berikutnya.

Tahap *Design* dilakukan dengan menyusun formula pengembangan melalui substitusi tepung komposit brokoli-wortel. Formula yang diuji adalah F1 dengan substitusi 10%, F2 dengan substitusi 20%, dan F3 dengan substitusi 30%. Hasil penilaian tahap *Design* digunakan untuk memilih formula yang paling sesuai untuk dikembangkan lebih lanjut.

Tahap *Develop* dilakukan melalui pembuatan produk berdasarkan formula terpilih, kemudian produk divalidasi oleh validator. Penilaian pada tahap ini meliputi parameter sensoris dan aspek penyajian serta kemasan. Produk yang masih memperoleh catatan revisi diperbaiki sebelum dilanjutkan ke tahap *Disseminate*.

Tahap *Disseminate* dilakukan melalui uji kesukaan kepada 90 panelis terhadap produk acuan dan produk pengembangan. Aspek yang dinilai meliputi penampilan, warna, aroma, rasa, tekstur, dan keseluruhan. Data hasil uji kesukaan dianalisis menggunakan *paired samples t-test* karena penilaian dilakukan oleh panelis yang sama terhadap dua produk yang dibandingkan.

Tabel 2. Rancangan Formula Pengembangan *NutrieCrack'Z*

Formula	Tepung terigu	Tepung komposit brokoli-wortel
Acuan	100% tepung terigu	0%
F1	90% tepung terigu	10%
F2	80% tepung terigu	20%
F3	70% tepung terigu	30%

Proses pembuatan produk

Proses pembuatan *NutrieCrack'Z* diawali dengan menimbang seluruh bahan sesuai formula. Susu UHT dicampur dengan *butter* yang telah dilelehkan dan garam. Selanjutnya tepung, ragi instan, dan baking soda dimasukkan, kemudian adonan diaduk dan diuleni hingga tercampur merata. *Parsley* dan wijen putih ditambahkan untuk memperkuat cita rasa. Adonan diistirahatkan selama kurang lebih 30 menit, kemudian ditipiskan menggunakan *rolling pin*, dipotong berbentuk persegi, ditusuk pada permukaannya, dan dipanggang pada suhu 160-170°C selama 20-22 menit hingga matang dan renyah.

Instrumen dan teknik analisis data

Instrumen penelitian berupa borang uji sensoris skala 1 sampai 5. Skor 1 menunjukkan sangat tidak sesuai atau sangat tidak suka, sedangkan skor 5 menunjukkan sangat sesuai atau sangat suka. Data tahap *Define*, *Design*, dan *Develop* dianalisis secara deskriptif kuantitatif dengan menghitung rerata skor setiap aspek dan rerata total masing-masing sampel. Komentar panelis dan validator dianalisis secara deskriptif kualitatif sebagai dasar revisi produk. Data tahap *Disseminate* dianalisis menggunakan uji t berpasangan untuk mengetahui perbedaan tingkat penerimaan antara produk acuan dan produk pengembangan pada taraf signifikansi 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambar 1. Produk *NutrieCrack'Z* dan Bahan Pendukung Pengembangan

Hasil Tahap Define

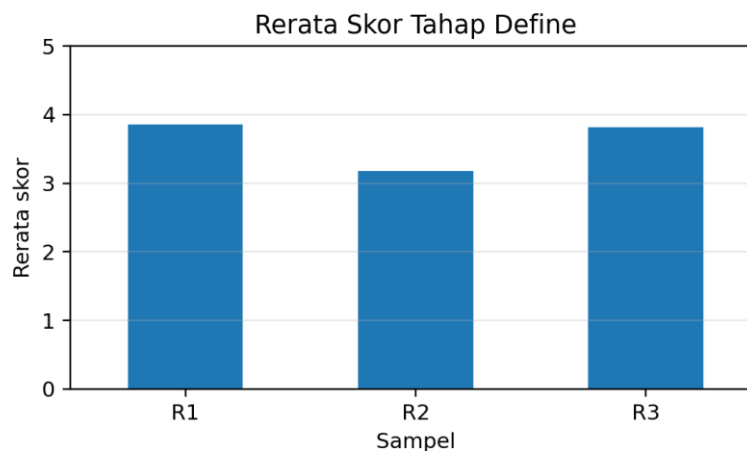
Tahap Define bertujuan menentukan resep acuan terbaik dari tiga alternatif resep crackers. Penilaian dilakukan terhadap tujuh parameter sensoris, yaitu bentuk, ukuran/porsi, warna, aroma, rasa, tekstur, dan sifat keseluruhan. Rekapitulasi rerata skor tahap Define disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Rerata Skor Sensoris Tahap Define

Parameter sensoris	R1	R2	R3
Bentuk	3.43	3.57	3.57
Ukuran/Porsi	3.57	3.71	3.43
Warna	4.14	2.43	4.29
Aroma	3.71	3.00	3.86
Rasa	4.00	3.14	4.00
Tekstur	4.00	3.43	3.86
Sifat keseluruhan	4.14	3.00	3.71

Berdasarkan Tabel 3, ketiga resep acuan memiliki karakteristik sensoris yang berbeda. R1 menunjukkan rerata total tertinggi sehingga lebih layak digunakan sebagai resep acuan. R2 cenderung memperoleh nilai lebih rendah, terutama pada aspek warna, aroma, dan sifat keseluruhan, sehingga memerlukan penyesuaian lebih besar apabila akan digunakan sebagai dasar pengembangan.

Perbandingan rerata total ketiga resep acuan kemudian disajikan pada Gambar 2 untuk memperjelas kecenderungan pilihan resep pada tahap *Define*.



Gambar 2. Rerata Total Skor Sensoris Tahap Define

Gambar 2 menunjukkan bahwa R1 memiliki rerata total paling tinggi dibandingkan R2 dan R3. Keunggulan tersebut menjadi dasar pemilihan R1 sebagai resep acuan yang dilanjutkan ke tahap Design, dengan catatan bahwa bentuk dan ketebalan *crackers* masih perlu dibuat lebih beragam.



Gambar 3. Hasil Produk Resep Acuan

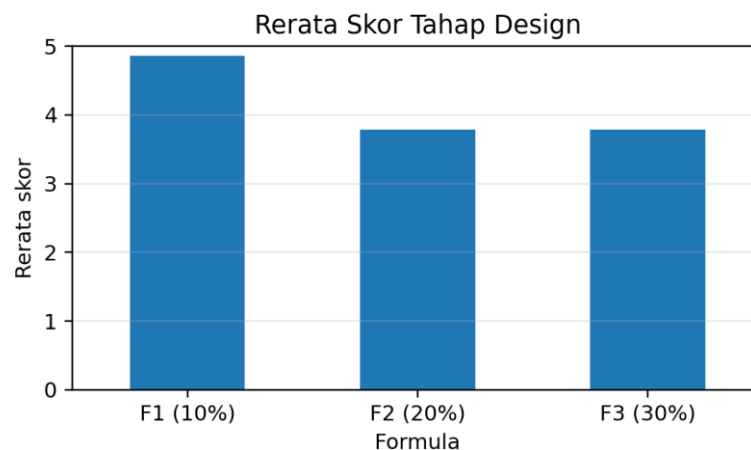
Hasil tahap *Design*

Tahap *Design* dilakukan untuk menentukan formula pengembangan dengan substitusi tepung komposit brokoli-wortel. Tiga formula yang diuji adalah F1 (10%), F2 (20%), dan F3 (30%). Rekapitulasi rerata skor tahap *Design* disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Rerata Skor Sensoris Tahap *Design*

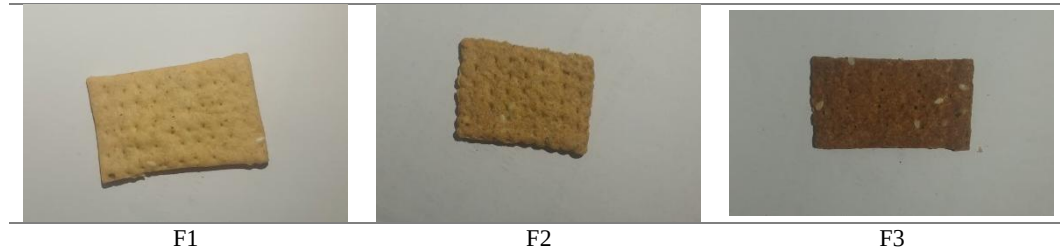
Parameter sensoris	F1 (10%)	F2 (20%)	F3 (30%)
Bentuk	5.00	4.50	4.50
Ukuran/Porsi	5.00	4.50	4.50
Warna	5.00	4.00	3.50
Aroma	4.50	4.00	4.00
Rasa	4.50	3.00	3.00
Tekstur	5.00	3.00	4.00
Sifat keseluruhan	5.00	3.50	3.00

Berdasarkan Tabel 4, formula F1 dengan substitusi tepung komposit brokoli-wortel sebesar 10% memperoleh skor paling stabil pada hampir seluruh parameter sensoris. Formula F2 dan F3 masih dapat diterima pada aspek bentuk dan ukuran, tetapi mulai menunjukkan penurunan pada aspek rasa, tekstur, dan sifat keseluruhan.

Gambar 4. Rerata total skor sensoris tahap *Design*

Hasil tahap *Design* menunjukkan bahwa formula F1 (10%) memperoleh rerata total tertinggi sebesar 4.86. Formula F2 dan F3 memperoleh rerata yang sama, yaitu 3.79. Secara sensoris, F1 lebih stabil pada aspek bentuk, ukuran, warna, tekstur, dan sifat

keseluruhan. Formula F2 dan F3 masih mendapat catatan pada rasa yang cenderung pahit, warna yang lebih gelap, serta tekstur yang lunak atau rapuh. Oleh karena itu, F1 dengan substitusi tepung komposit 10% dipilih sebagai formula pengembangan yang dilanjutkan ke tahap *Develop*.



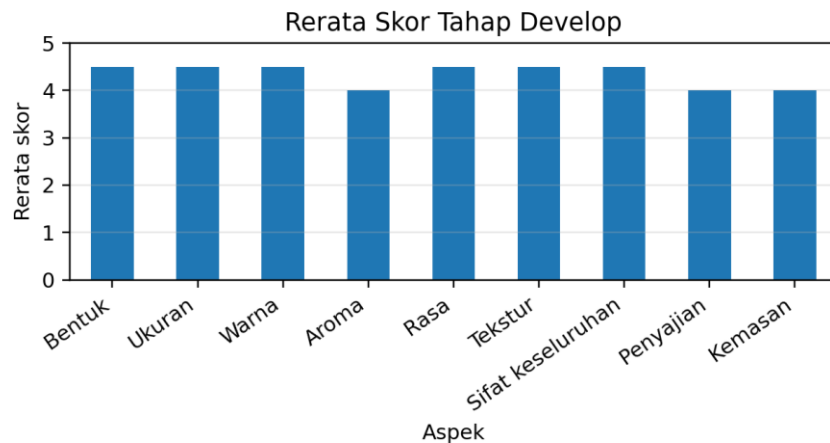
Hasil tahap *Develop*

Tahap *Develop* dilakukan melalui validasi produk pengembangan oleh validator. Parameter yang dinilai mencakup bentuk, ukuran, warna, aroma, rasa, tekstur, sifat keseluruhan, penyajian, dan kemasan. Rekapitulasi rerata skor tahap *Develop* disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Rerata Skor Validasi Tahap *Develop*

Parameter sensoris	Rerata skor
Bentuk	4.50
Ukuran	4.50
Warna	4.50
Aroma	4.00
Rasa	4.50
Tekstur	4.50
Sifat keseluruhan	4.50
Penyajian	4.00
Kemasan	4.00

Berdasarkan Tabel 5 produk *NutrieCrack'Z* pada tahap *Develop* memperoleh rerata total 4,33 sehingga berada pada kategori suka. Aspek bentuk, ukuran, warna, rasa, tekstur, dan sifat keseluruhan memperoleh skor tinggi. Catatan utama validator lebih banyak berkaitan dengan aspek penyajian dan kemasan, khususnya kelengkapan label, pembeda label antara produk acuan dan produk pengembangan, serta penambahan taburan nori agar tampilan produk lebih menarik. Dengan demikian, produk pengembangan dapat dilanjutkan ke tahap *Disseminate* setelah revisi kemasan dan penyajian dilakukan.

Gambar 5. Rerata skor validasi tahap *Develop*

Gambar 4 menunjukkan bahwa produk pengembangan memperoleh penilaian lebih tinggi pada seluruh aspek sensoris. Peningkatan paling kuat terlihat pada aspek keseluruhan dan penampilan, sedangkan peningkatan paling kecil terdapat pada aspek tekstur. Meskipun demikian, aspek tekstur tetap menunjukkan perbedaan signifikan karena nilai signifikansi sebesar 0,048.

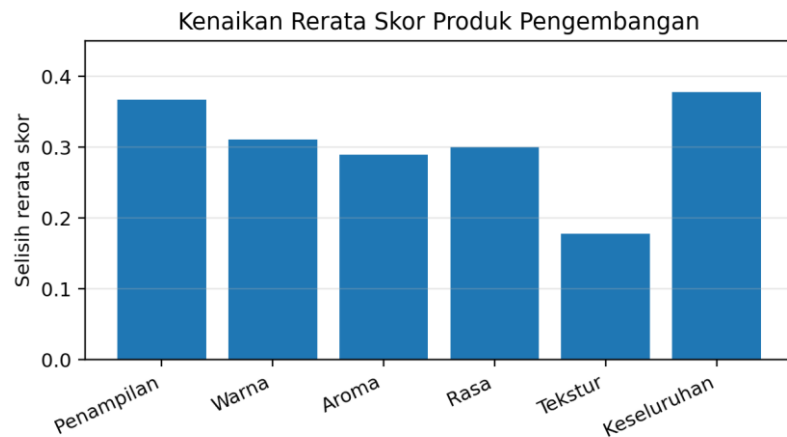
Hasil tahap *Disseminate*

Tahap *Disseminate* dilakukan untuk mengetahui tingkat penerimaan panelis terhadap produk acuan dan produk pengembangan *NutrieCrack'Z*. Uji kesukaan dilakukan pada 90 panelis dengan aspek penilaian meliputi penampilan, warna, aroma, rasa, tekstur, dan keseluruhan. Hasil penilaian dianalisis menggunakan uji t berpasangan karena setiap panelis memberikan penilaian terhadap dua produk yang dibandingkan.

Tabel 7. Hasil Uji t Berpasangan Tahap *Disseminate*

Parameter	Mean Difference (Acuan- Pengembangan)	t	df	Sig. (2-tailed)
Penampilan	-0,367	-4,350	89	<0,001
Warna	-0,311	-3,394	89	0,001
Aroma	-0,289	-3,639	89	<0,001
Rasa	-0,300	-3,023	89	0,003
Tekstur	-0,178	-2,002	89	0,048
Keseluruhan	-0,378	-4,727	89	<0,001

Berdasarkan Tabel 7, seluruh aspek sensoris memiliki nilai signifikansi kurang dari 0,05. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara produk acuan dan produk pengembangan pada aspek penampilan, warna, aroma, rasa, tekstur, dan keseluruhan.



Gambar 6. Kenaikan Rerata Skor Produk Pengembangan Dibandingkan Produk Acuan

Perbedaan hasil penilaian tersebut diperjelas melalui Gambar 4 yang menunjukkan kecenderungan peningkatan penerimaan panelis terhadap produk pengembangan. Perbedaan terbesar terdapat pada aspek keseluruhan dengan selisih rerata 0,378, diikuti aspek penampilan dengan selisih rerata 0,367. Aspek tekstur memiliki selisih rerata paling kecil, yaitu 0,178, tetapi tetap menunjukkan perbedaan signifikan dengan nilai p sebesar 0,048. Hasil ini memperkuat bahwa formula pengembangan *NutrieCrack'Z* dapat diterima panelis dan memiliki tingkat penerimaan yang lebih baik daripada produk acuan.

Pembahasan

Hasil pengembangan menunjukkan bahwa substitusi tepung komposit brokoli-wortel dalam jumlah rendah lebih dapat diterima dibandingkan substitusi yang lebih tinggi. Formula F1 menghasilkan karakteristik sensoris yang lebih seimbang karena rasa dan aroma sayuran tidak terlalu kuat, warna produk masih menarik, serta tekstur *crackers* tetap renyah. Sebaliknya, peningkatan substitusi pada F2 dan F3 menimbulkan kecenderungan rasa pahit, warna lebih gelap, dan tekstur yang kurang stabil. Temuan ini menunjukkan bahwa penggunaan tepung sayuran dalam produk *crackers* perlu dikendalikan agar manfaat fungsional tetap diperoleh tanpa menurunkan penerimaan sensoris.

Pada tahap *Develop*, revisi lebih banyak berfokus pada penyempurnaan tampilan, penyajian, dan kemasan. Setelah formula F1 dipilih dan produk divalidasi, tahap *Disseminate* memperlihatkan bahwa produk pengembangan memiliki penerimaan lebih tinggi daripada produk acuan pada seluruh aspek yang diuji. Hasil uji t berpasangan memperkuat bahwa perbedaan tersebut bukan hanya terlihat secara deskriptif, tetapi juga signifikan secara statistik pada taraf 5%. Oleh karena itu, *NutrieCrack'Z* dapat dikatakan layak dikembangkan sebagai *crackers* inovatif berbasis tepung komposit brokoli-wortel dengan tetap memperhatikan penyempurnaan identitas produk dan informasi label.

Harga Jual dan BEP

Harga pokok produksi *NutrieCrack'Z* dihitung berdasarkan kebutuhan produksi 100 kemasan. Data harga bahan pada perhitungan awal menunjukkan bahwa satu resep

menghasilkan 10 kemasan, sehingga kebutuhan bahan untuk 100 kemasan dihitung setara dengan 10 kali resep. Komponen biaya yang dihitung meliputi biaya bahan baku, kemasan, stiker label, dan overhead produksi. Rincian biaya bahan baku disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Rincian Biaya Bahan Baku *NutrieCrack'Z*

Tabel 9. Rekapitulasi Komponen HPP *NutrieCrack'Z*

No	Bahan	Jumlah (100 kemasan)	Harga Satuan	Subtotal
1	Tepung terigu	1.350 g	Rp13.000/kg	Rp17.550
2	Tepung brokoli	75 g	Rp80.000/500 g	Rp12.000
3	Tepung wortel	75 g	Rp60.000/500 g	Rp9.000
4	Butter	400 g	Rp65.000/500 g	Rp48.000
5	Susu UHT	500 ml	Rp18.000/liter	Rp9.000
6	Ragi instan	20 g	Rp7.100/kemasan	Rp12.900
7	Baking powder	10 g	Rp8.000/kemasan	Rp1.770
8	Wijen	30 g	Rp10.000/100 g	Rp3.000
9	Parsley kering	10 g	Rp26.000/20 g	Rp13.000
Total biaya bahan baku				Rp126.220

No	Komponen Biaya	Total (100 kemasan)	Per kemasan
1	Bahan baku (10 resep)	Rp126.220	Rp1.262
2	Kemasan (100 pcs x Rp237)	Rp23.700	Rp237
3	Stiker label (100 pcs x Rp500)	Rp50.000	Rp500
4	Overhead (gas, listrik, dan lain-lain)	Rp100.000	Rp1.000
TOTAL HPP		Rp299.920	Rp2.999

Berdasarkan Tabel 9, total HPP untuk produksi 100 kemasan *NutrieCrack'Z* adalah Rp299.920 dengan HPP per kemasan sebesar Rp2.999. Komponen biaya terbesar terdapat pada overhead produksi sebesar Rp100.000 atau Rp1.000 per kemasan, diikuti biaya bahan baku sebesar Rp126.220 atau Rp1.262 per kemasan. Biaya kemasan sebesar Rp237 per kemasan dan stiker label sebesar Rp500 per kemasan. Hasil ini menunjukkan bahwa pengendalian biaya bahan, kemasan, dan overhead perlu diperhatikan agar harga jual tetap sesuai dengan daya beli konsumen.

Tabel 10. Penetapan Harga Jual Berdasarkan Food Cost 40%

Keterangan	Nilai
HPP per kemasan	Rp2.999
Standar food cost	40%
Harga jual (HPP : 40%)	Rp7.498
Harga jual dibulatkan	Rp7.500
Estimasi keuntungan per kemasan (harga jual - HPP)	Rp4.501

Harga jual *NutrieCrack'Z* ditentukan menggunakan standar food cost 40%, sehingga harga jual diperoleh dari HPP per kemasan dibagi 40%. Berdasarkan perhitungan tersebut, harga jual teoritis adalah Rp7.498 dan dibulatkan menjadi Rp7.500 per kemasan. Dengan HPP sebesar Rp2.999 per kemasan, estimasi keuntungan yang diperoleh adalah Rp4.501 per kemasan.

Tabel 11. Perhitungan BEP *NutrieCrack'Z*

Keterangan	Perhitungan	Hasil
Biaya tetap total	Overhead produksi	Rp100.000
Biaya variabel per kemasan	Bahan baku + kemasan + stiker = Rp1.262 + Rp237 + Rp500	Rp1.999
Harga jual per kemasan	Berdasarkan food cost 40%	Rp7.500
Keuntungan per kemasan	Harga jual - HPP per kemasan = Rp7.500 - Rp2.999	Rp4.501
BEP unit	$Rp100.000 : (Rp7.500 - Rp1.999)$	18,18 kemasan atau dibulatkan 19 kemasan
BEP rupiah	$Rp100.000 : (1 - Rp1.999 : Rp7.500)$	Rp136.500 atau dibulatkan Rp136.500

Berdasarkan perhitungan pada Tabel 11, titik impas penjualan *NutrieCrack'Z* adalah 19 kemasan atau setara dengan Rp136.500. Artinya, penjualan minimal yang perlu dicapai agar biaya produksi tertutup adalah 19 kemasan. Setelah melewati jumlah tersebut, penjualan berikutnya mulai menghasilkan keuntungan. Dengan harga jual Rp7.500 per kemasan, produk *NutrieCrack'Z* memiliki peluang untuk dipasarkan sebagai makanan ringan berbasis sayuran yang praktis, inovatif, dan memiliki nilai fungsional.

Perhitungan BEP pada artikel ini menggunakan asumsi overhead sebagai biaya tetap produksi. Apabila pada proses produksi berikutnya terdapat perubahan harga bahan, jumlah hasil produksi, jenis kemasan, atau biaya tetap, maka nilai HPP, harga jual, dan BEP perlu dihitung kembali agar sesuai dengan kondisi produksi aktual.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, *NutrieCrack'Z* berhasil dikembangkan sebagai produk *crackers* berbasis tepung komposit terigu, tepung brokoli, dan tepung wortel melalui model pengembangan 4D yang terdiri atas tahap *define*, *design*, *develop*, dan *disseminate*. Pada tahap *define*, resep acuan terpilih digunakan sebagai dasar pengembangan produk karena memiliki karakteristik sensoris yang paling sesuai dibandingkan formula acuan lainnya. Pada tahap *design*, formula dengan substitusi tepung brokoli dan tepung wortel sebesar 10% dipilih sebagai formula pengembangan terbaik karena menghasilkan karakteristik warna, aroma, rasa, tekstur, dan keseluruhan yang lebih dapat diterima dibandingkan formula dengan konsentrasi substitusi lebih tinggi.

Pada tahap *develop*, produk pengembangan mengalami perbaikan berdasarkan masukan *validator*, terutama pada aspek penyajian, kemasan, dan pelabelan. Perbaikan tersebut menghasilkan produk *NutrieCrack'Z* yang lebih siap untuk diuji pada tahap *disseminate*. Hasil uji sensoris tahap *disseminate* menunjukkan bahwa produk pengembangan memperoleh penilaian lebih tinggi dibandingkan produk acuan pada seluruh aspek sensoris. Berdasarkan hasil *paired sample t-test*, terdapat perbedaan yang signifikan antara produk acuan dan produk pengembangan pada aspek penampilan, warna, aroma, rasa, tekstur, dan keseluruhan karena seluruh nilai signifikansi berada di bawah 0,05.

Dengan demikian, *NutrieCrack'Z* dapat dinyatakan layak sebagai inovasi produk *crackers* berbasis sayuran yang memiliki daya terima baik. Penggunaan tepung brokoli dan

tepung wortel pada formula pengembangan dapat menjadi alternatif pemanfaatan sayuran dalam bentuk makanan ringan yang praktis, menarik, dan sesuai dengan kebutuhan konsumen muda. Produk ini juga berpotensi dikembangkan lebih lanjut sebagai salah satu inovasi *bakery* fungsional berbasis tepung komposit.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing Program Studi Pendidikan Teknik Boga, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta yang telah memberikan arahan, masukan, dan bimbingan selama proses pengembangan produk *NutrieCrack'Z*. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada validator, panelis, serta seluruh pihak yang telah membantu dalam proses uji sensoris, pengisian borang, dan pengumpulan data penelitian. Penulis juga berterima kasih kepada rekan-rekan yang telah memberikan dukungan selama proses pembuatan produk, penyusunan artikel, serta pelaksanaan kegiatan inovasi produk boga sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik.

REFERENSI

- [1] J. Chen, A. Xu, D. Tang, and M. Zheng, "Divergence and convergence: A cross-generational study on local food consumption," *Sci. Rep.*, vol. 14, 2024, doi: 10.1038/s41598-024-64284-1.
- [2] D. Jakubowska, A. Z. Dąbrowska, B. Pacholek, and S. Sady, "Behavioral intention to purchase sustainable food: Generation Z's perspective," *Sustainability*, vol. 16, no. 17, p. 7284, 2024, doi: 10.3390/su16177284.
- [3] K. K. R. Indonesia, "Hasil Utama Survei Kesehatan Indonesia (SKI) 2023," Badan Kebijakan Pembangunan Kesehatan, Jakarta, Indonesia, 2024.
- [4] A. E. Ujong, N. J. T. Emelike, F. I. Woka, and F. Otekeiwebia Jr., "Formulation of fiber enriched crackers biscuit: Effect on nutritional composition, physical and sensory properties," *Heliyon*, vol. 9, p. e15941, 2023, doi: 10.1016/j.heliyon.2023.e15941.
- [5] A. Kustiani and R. Hervidea, "Pengembangan crackels (crackers tepung lele dan kelor) sumber antioksidan sebagai alternatif cemilan ibu hamil di masa pandemi," *PREPOTIF: Jurnal Kesehatan Masyarakat*, vol. 5, no. 2, pp. 1293–1296, 2021.
- [6] J. Quizhpe, P. Ayuso, M. de los Á. Rosell, R. Peñalver, and G. Nieto, "Brassica oleracea var. italica and their by-products as source of bioactive compounds and food applications in bakery products," *Foods*, vol. 13, no. 21, p. 3513, 2024, doi: 10.3390/foods13213513.
- [7] B. Fanesi *et al.*, "Bioactives and technological quality of functional biscuits containing flour and liquid extracts from broccoli by-products," *Antioxidants*, vol. 12, no. 12, p. 2115, 2023, doi: 10.3390/antiox12122115.

- [8] T. Ahmad *et al.*, “Phytochemicals in *Daucus carota* and their health benefits—Review article,” *Foods*, vol. 8, no. 9, p. 424, 2019, doi: 10.3390/foods8090424.
- [9] S. Motegaonkar, A. Shankar, H. Tazeen, M. Gunjal, and S. Payyanad, “A comprehensive review on carrot (*Daucus carota* L.): The effect of different drying methods on nutritional properties and its processing as value-added foods,” *Sustainable Food Technology*, vol. 2, pp. 667–688, 2024, doi: 10.1039/D3FB00162H.
- [10] T. Kausar *et al.*, “Use of dehydrated carrot (*Daucus carota*) pomace and almond (*Prunus dulcis*) powder for partial replacement of wheat flour in cake: Effect on product quality and acceptability,” *Front. Sustain. Food Syst.*, vol. 8, p. 1443841, 2024, doi: 10.3389/fsufs.2024.1443841.
- [11] N. García-Lorca, C. Libero, C. Livigni, N. E. Frouzaki, and E. Aguayo, “Sustainable fortification of corn tortillas with broccoli by-products,” *Foods*, vol. 14, no. 5, p. 799, 2025, doi: 10.3390/foods14050799.
- [12] I. Rosita, Y. Hartati, and Eliza, “Daya terima crackers hati ayam dan mocaf sebagai selingan tinggi Fe,” *Jurnal Pustaka Padi*, vol. 3, no. 2, pp. 46–51, 2024.
- [13] A. Azzahra and I. I. Suryaalamshah, “Formulasi cookies sumber zat besi dengan penambahan tepung daun kelor dan tepung sorgum sebagai kudapan alternatif pencegah anemia remaja putri,” *Muhammadiyah Journal of Nutrition and Food Science*, vol. 5, no. 1, pp. 1–12, 2024, doi: 10.24853/mjnf.5.1.1-12.
- [14] A. Purkiewicz, F. H. Gul, and R. Pietrzak-Fiećko, “The utilization of vegetable powders for bread enrichment—The effect on the content of selected minerals, total phenolic and flavonoid content, and the coverage of daily requirements in the human diet,” *Applied Sciences*, vol. 14, no. 21, p. 10022, 2024, doi: 10.3390/app142110022.
- [15] C. Liu, M. R. Samsudin, and Y. Zou, “The impact of visual elements of packaging design on purchase intention: Brand experience as a mediator in the tea bag product category,” *Behavioral Sciences*, vol. 15, no. 2, p. 181, 2025, doi: 10.3390/bs15020181.
- [16] T. Bojnanská *et al.*, “Effect of selected natural extracts on antioxidant properties and sensory quality of various cereal products,” *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, vol. 14, no. 2, p. e11134, 2024, doi: 10.55251/jmbfs.11134.