

PENGEMBANGAN BOLU KUKUS PANDAN DENGAN SUBSTITUSI DAUN KELOR SEBAGAI KUDAPAN TINGGI ZAT BESI

Malwa Hanifah¹, Fitri Rahmawati²

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

E- mail : malwahanifah.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

Anemia, Bolu Kukus,

Daun Kelor

ABSTRAK

Bolu kukus pandan merupakan kue bolu tradisional bertekstur lembut yang dimasak dengan cara pengukusan. Daun kelor merupakan salah satu sumber pangan tinggi zat besi, sehingga dapat digunakan sebagai alternatif untuk mencegah anemia. Metode penelitian yang digunakan yaitu R&D (*Research & Development*) dengan menerapkan model pengembangan 4D (*define, design, develop, dan disseminate*). Analisis data diperoleh dari uji sensoris dengan 80 orang panelis yang kemudian diuji menggunakan *paired t-test* untuk mengetahui tingkat perbedaan daya terima antara produk acuan dan produk pengembangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa resep terpilih menggunakan substitusi bubuk kelor sebesar 5% dari total tepung terigu yang digunakan. Hasil uji *paired t-test* pada tahap *disseminate* menunjukkan terdapat perbedaan nyata ($p < 0,05$) antara produk acuan dan produk pengembangan pada seluruh parameter sensoris (warna, aroma, rasa, tekstur, dan keseluruhan), dengan produk pengembangan memperoleh nilai lebih tinggi.

Kutipan (Gaya IEEE): [1] M. Hanifah, F. Rahmawati. (2026) Pengembangan Bolu Kukus Pandan Dengan Substitusi Daun Kelor Sebagai Kudapan Tinggi Zat Besi. Prosiding Semnas PTBB, 21 (1) 367-382

PENDAHULUAN

Pemberian Air Susu Ibu (ASI) pada enam bulan awal kehidupan merupakan fondasi nutrisi terbaik bagi tumbuh kembang bayi. Selain menyediakan makronutrien dan mikronutrien yang seimbang, ASI juga kaya akan komponen bioaktif seperti imunoglobulin, laktoferin, serta enzim perlindungan yang memperkuat imunitas bayi dari risiko infeksi [1]. Oleh sebab itu, tingkat keberhasilan ASI eksklusif menjadi tolok ukur utama dalam meminimalkan angka morbiditas dan mortalitas bayi.

Komitmen pemerintah Indonesia dalam mendorong cakupan ASI eksklusif memperlihatkan tren positif. Berdasarkan data nasional terbaru, persentase bayi di bawah enam bulan yang memperoleh ASI eksklusif meningkat dari 52% pada 2017 menjadi 66,4% pada 2024. Walaupun telah melampaui target yang ditetapkan sebelumnya, tantangan dalam mengoptimalkan pemenuhan ASI secara penuh selama kurun waktu enam bulan masih ditemukan di lapangan [2], sehingga strategi intervensi yang berkelanjutan sangat diperlukan

Capaian ASI eksklusif dipengaruhi oleh dinamika faktor internal maupun eksternal ibu. Sisi internal mencakup kesiapan fisik dan kejiwaan, sedangkan aspek eksternal meliputi dorongan keluarga, kondisi tempat kerja, serta keterjangkauan edukasi Kesehatan

[3]. Kendala yang paling sering memicu kegagalan ASI eksklusif adalah kekhawatiran ibu akan kecukupan produksi ASI. Sikap ragu tersebut acapkali mendorong penghentian ASI lebih cepat dan beralih ke susu formula, padahal pasokan ASI secara biologis memadai apabila dikelola dengan tepat [4].

Kejadian anemia pada ibu menyusui memicu berbagai dampak negatif, seperti kelelahan fisik, gangguan konsentrasi, serta penurunan daya tahan tubuh. Kondisi kesehatan ini tidak hanya mengganggu kesejahteraan ibu tetapi juga memengaruhi kualitas pengasuhan bayi. Kajian ilmiah membuktikan bahwa ibu anemis berisiko mengalami kecemasan lebih tinggi serta penurunan performa menyusui [5]. Di samping itu, anemia berpotensi menurunkan kualitas gizi ASI, khususnya konsentrasi mikronutrien penting [6]. Maka dari itu, kecukupan asupan zat besi bagi ibu menyusui menjadi krusial untuk mendukung vitalitas ibu sekaligus keberhasilan program ASI eksklusif.

Tanaman kelor (*Moringa oleifera*) telah dikenal luas sebagai salah satu sumber pangan bergizi tinggi yang memiliki banyak manfaat kesehatan. Daun kelor menyimpan nutrisi vital seperti protein, vitamin A, vitamin C, kalsium, serta zat besi dalam konsentrasi tinggi. Kadar zat besi daun kelor terbukti melampaui jenis sayuran hijau lainnya, sehingga sangat prospektif dimanfaatkan sebagai intervensi pencegahan anemia [7]. Kandungan zat besi pada daun kelor berkisar antara 18,34 mg hingga 28,29 mg per 100 gram bahan. Lebih lanjut, kelor mengandung senyawa bioaktif fitosterol (β -sitosterol dan stigmasterol) serta polifenol yang berfungsi sebagai galaktagog alami pemicu sekresi prolaktin [8].

Sejumlah studi mengonfirmasi bahwa konsumsi olahan daun kelor mampu mengoptimalkan volume produksi ASI. Dengan demikian, pemanfaatan kelor dalam wujud pangan fungsional menjadi strategi inovatif yang efektif untuk menyokong keberhasilan program ASI eksklusif sekaligus menanggulangi anemia ibu. Pengembangan produk pangan berbasis daun kelor perlu mempertimbangkan aspek penerimaan masyarakat. Salah satu bentuk inovasi yang dapat dilakukan adalah mengolah daun kelor menjadi produk makanan yang tidak asing dan disukai, seperti bolu kukus. Pemilihan bolu kukus didasari oleh popularitasnya yang tinggi di masyarakat Indonesia, serta proses pengolahan kukus (steaming) yang ramah nutrisi dibandingkan pemanggangan suhu tinggi. Proses pengukusan cenderung tidak merusak vitamin dan senyawa fitokimia yang sensitif terhadap panas, sehingga nilai gizi produk dapat tetap terjaga [9]. Substitusi sebagian tepung dengan bubuk daun kelor pada pembuatan bolu kukus berpotensi menghasilkan pangan fungsional dengan kandungan zat besi dan senyawa bioaktif yang lebih tinggi. Selain meningkatkan nilai gizi produk, bolu kukus berbasis daun kelor juga memiliki karakteristik praktis dan mudah dikonsumsi, sehingga berpotensi menjadi alternatif pangan pendukung bagi ibu menyusui.

Pengembangan bolu kukus berbasis daun kelor sebagai pangan fungsional memiliki relevansi yang tinggi dalam mendukung program kesehatan masyarakat, khususnya dalam meningkatkan keberhasilan ASI eksklusif dan mencegah anemia pada ibu menyusui. Inovasi ini juga sejalan dengan upaya diversifikasi pangan lokal serta pemanfaatan sumber daya alam yang mudah diperoleh di Indonesia. Kehadiran pangan yang bernilai gizi tinggi, aman, dan praktis dikonsumsi diharapkan dapat membantu ibu menyusui memenuhi kebutuhan nutrisinya secara optimal. Pemenuhan gizi yang baik berpotensi mendukung kualitas ASI dan berkontribusi terhadap kesehatan serta pertumbuhan bayi.

METODE

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Auditorium Universitas Negeri Yogyakarta. Adapun waktu penelitian yaitu pada hari Selasa, 16 Juni 2026.

Bahan

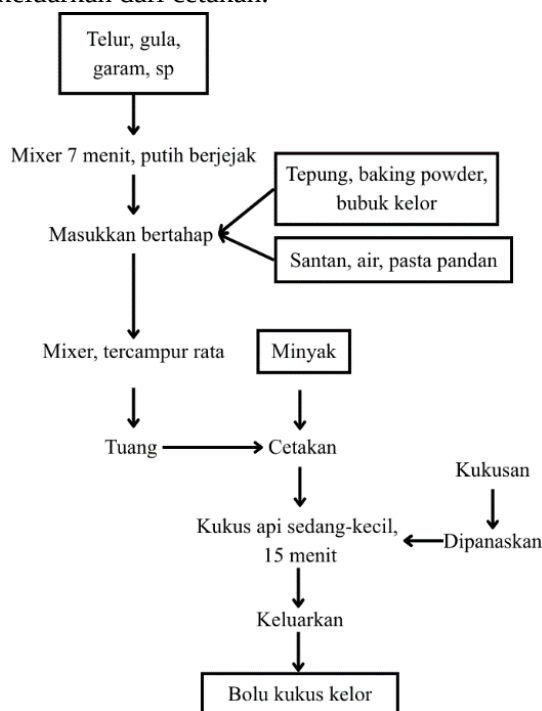
Bahan baku yang digunakan dalam penelitian meliputi tepung terigu protein sedang, santan, telur ayam, gula pasir, *emulsifier* (SP), garam, *baking powder*, pasta pandan, serta bubuk kelor yang dibuat secara mandiri melalui proses pemetikan daun, pencucian, pengeringan, dan penghalusan.

Alat

Peralatan yang dipakai mencakup *grinder*, ayakan 80 *mesh*, timbangan, *mixer*, panci kukusan, *bowl*, spatula, dan cetakan bolu.

Proses Pembuatan

Diagram alir pembuatan bolu kukus kelor ditampilkan pada Gambar 1. Prosedur pengolahan diawali dengan mengocok bahan pengembang (telur, gula pasir, garam, dan SP) menggunakan mixer kecepatan tinggi selama 7 menit sampai mengembang dan berwarna putih berjejak. Selanjutnya, campuran bahan kering (tepung terigu, *baking powder*, bubuk kelor) dan bahan cair (santan, air, pasta pandan) dimasukkan secara bertahap lalu diaduk hingga homogen. Adonan kemudian dituangkan ke dalam cetakan yang telah diolesi minyak, lalu dikukus dengan api sedang selama 15 menit hingga matang sempurna sebelum dikeluarkan dari cetakan.



Gambar 1. Diagram Alir Pembuatan Bolu Kukus Daun Kelor

Proses Penelitian

Penelitian ini menerapkan kerangka *Research and Development* (R&D). Model pengembangan yang diterapkan adalah 4D (*define*, *design*, *develop*, *disseminate*), yang dirumuskan oleh Sivasailam Thiagarajan, Dorothy S. Semmel, dan Melvyn I. Semmel pada tahun 1974. Model ini merupakan kerangka kerja sistematis yang dirancang khusus untuk menghasilkan produk pembelajaran yang valid, praktis, dan efektif [10].

Tahap *define* dilakukan untuk menetapkan satu resep sebagai acuan melalui uji kesukaan yang meliputi bentuk, ukuran, warna, aroma, rasa, serta tekstur. Uji kesukaan konsumen merupakan sebuah metode subjektif yang digunakan untuk mengevaluasi kualitas sensoris suatu produk berdasarkan tanggapan pribadi konsumen [11]. Resep yang terpilih kemudian dikembangkan pada tahap *design*. Tahap ini dilakukan dengan pengembangan substitusi bubuk daun kelor dengan persentase 5%, 10%, dan 15% untuk mendapatkan satu formula terbaik. Formula pengembangan terpilih dilanjutkan ke tahap *develop* yang difokuskan pada uji validasi hingga menemukan resep dan kriteria yang sesuai. Tahap ini juga mencakup penentuan teknik penyajian dan kemasan untuk produk. Tahap terakhir adalah *disseminate*, yang bertujuan untuk mengukur daya terima produk pada masyarakat melalui uji tingkat kesukaan (*hedonik*) kepada minimal 80 panelis dari masyarakat umum.

Sebagai bagian dari aspek komersialisasi, pada tahap ini dilakukan analisis kelayakan ekonomi yang mencakup kalkulasi harga jual, penentuan Break-Even Point (BEP), serta penyusunan strategi usaha melalui *Business Model Canvas* (BMC). Evaluasi terhadap data hasil uji kesukaan masyarakat diolah menggunakan uji *t* berpasangan untuk mengetahui perbedaan tingkat preferensi antara produk acuan dan produk pengembangan secara signifikan.

Analisis dan Pengolahan Data

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis produk acuan dan pengembangan yang sudah ditentukan dengan melakukan *hedonic test* pada masyarakat umum. *Hedonic test* yang dilakukan menggunakan uji *organoleptic* dengan skala 1-5 (1 = sangat tidak suka, 2 = tidak suka, 3 = agak suka, 4 = suka, 5 = sangat suka). Hasil uji yang dilakukan akan diolah menggunakan *paired sample t-test* untuk mengetahui perbedaan tingkat kesukaan antara produk acuan dan pengembangan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Menemukan Resep Bolu Kukus Daun Kelor

a. Tahap *define*

Tahap *define* merupakan tahap pertama. Tahap ini bertujuan untuk menetapkan kebutuhan yang mendasari pengembangan produk [12]. Tujuan tahap *define* pada penelitian ini yaitu menentukan 1 resep acuan dari 3 resep acuan dari sumber yang berbeda untuk diuji kepada lima orang panelis, yaitu dosen pembimbing, dosen pendamping, dan tiga mahasiswa. Tabel 1 menunjukkan tiga resep acuan yang digunakan pada tahap *define* produk bolu kukus.

Tabel 1. Resep Acuan Bolu Kukus Pandan

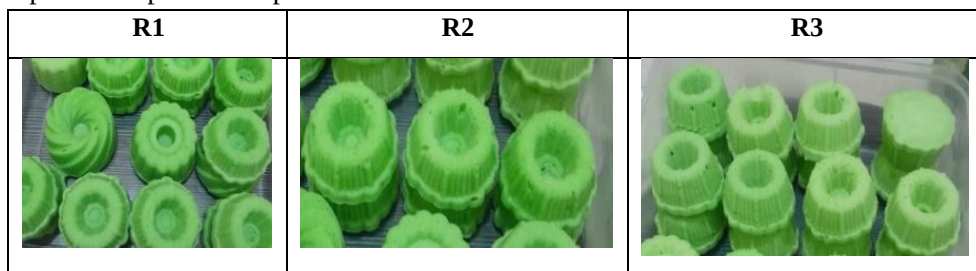
Bahan	R1	R2	R3
Tepung terigu	200 g	125 g	180 g
Santan	60 g	-	50 g
Air	140 g	-	100 g
Telur	2 btr	2 btr	1 btr
Gula pasir	150 g	100 g	150 g
Sp	5 g	5 g	5 g
Garam	1,5 g	-	-
Baking powder	2,5 g	1 sdt	-
Pasta pandan	15 g	8 g	1 sdt
Margarin cair	-	-	50 g

R1 : Ryanares kitchen, Youtube (2024) [13].

R2 : Sisca Soetomo, Buku 1000 Resep Masakan & Kue Sisca Soetomo yang Paling dicari (2010) [14].

R3 : Lis Achmady, Youtube (2026) [15].

Ketiga resep acuan tersebut dilakukan uji sensoris oleh 5 orang panelis. Hasil uji coba produk dapat dilihat pada Gambar 2 dan Tabel 2.



Gambar 2. Hasil Produk Resep Acuan

Tabel 2. Hasil Uji Sensoris Resep Tahap Define

Parameter sensoris	Nilai Rerata		
	R1	R2	R3
Bentuk	4,2	3,6	3,2
Ukuran	4	4,2	4
Warna	3,8	4,2	3,2
Aroma	4,2	4	2,6
Rasa	4,4	3	3
Tekstur	4,6	2,8	3,4
Sifat Keseluruhan	4,4	3,2	3
Rerata	4,2	3,6	3,2

Berdasarkan evaluasi sensoris pada Tabel 1, formula R1 memperoleh skor rata-rata tertinggi (4,2) melampaui R2 (3,6) dan R3 (3,2) pada seluruh atribut (bentuk 4,2; ukuran 4,0; warna 3,8; aroma 4,2; rasa 4,4; tekstur 4,6), sehingga R1 ditetapkan sebagai resep acuan.

b. Tahap *design*

Tahap *design* bertujuan untuk menghasilkan rancangan awal dari produk yang akan dikembangkan [16]. Setelah menemukan resep acuan pada tahap *define*, pada

tahap ini dilakukan pengembangan resep acuan dengan substitusi bubuk kelor pada tepung yang digunakan. Penentuan persentase substitusi bubuk daun kelor sebesar 5%, 10%, dan 15% pada tahap *design* didasarkan pada rujukan beberapa penelitian terdahulu yang relevan mengenai inovasi produk pangan fungsional. Berdasarkan penelitian oleh Manggabarani et al. [17], variasi penambahan tepung daun kelor sebesar 5%, 10%, dan 15% telah diuji untuk melihat keseimbangan nilai gizi, di mana hasil terbaik secara nutrisi diperoleh pada konsentrasi 15%. Di sisi lain, penelitian oleh Fitriani, Riska, et al. [18], dengan rentang persentase yang sama menemukan bahwa formulasi 5% memberikan mutu sensoris yang paling optimal dan paling dapat diterima oleh panelis. Berdasarkan hasil-hasil penelitian tersebut, penelitian ini menggunakan tingkat substitusi yang sama dengan tujuan memperoleh formula bolu kukus yang mampu memberikan kandungan zat besi yang optimal tanpa mengurangi tingkat penerimaan sensoris oleh masyarakat. Terdapat lima panelis terlatih yang menguji pada tahap ini. Rancangan formula pada tahap *design* disajikan pada tabel 3.

Tabel 3. Rancangan Formula Tahap Design

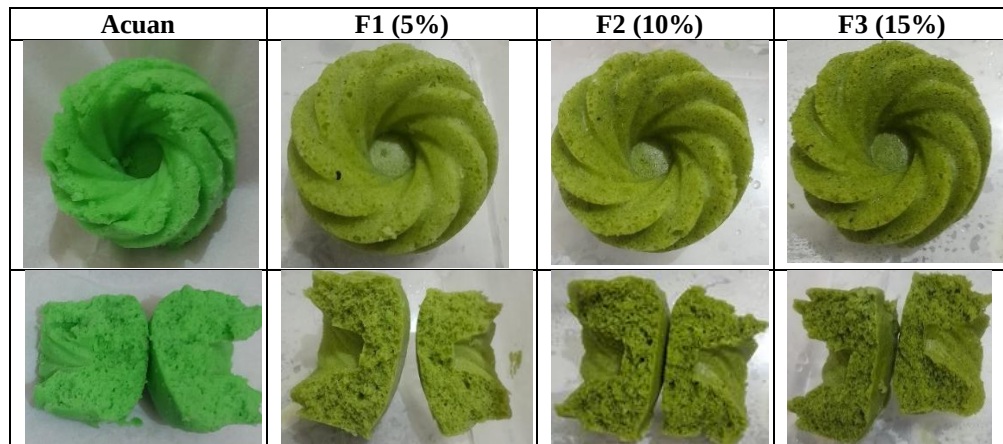
Bahan	R1	F1 (5%)	F2 (10%)	F3 (15%)
Tepung terigu	200	190	180	170
Bubuk kelor (g)	-	10	20	30
Santan (g)	80	80	80	80
Air (ml)	100	100	100	100
Telur	2	2	2	2
Gula pasir (g)	150	150	150	150
SP (g)	5	5	5	5
Garam (g)	1,5	1,5	1,5	1,5
Baking powder (g)	2,5	2,5	2,5	2,5
Pasta pandan (g)	15	0,75	1,5	2,25

Tabel 4. Hasil Uji Formula Tahap Design

Parameter Sensoris	Nilai Rerata			
	Acuan	(F1) 5%	(F2) 10%	(F3) 15%
Bentuk	4,2	4,2	4	4
Ukuran	4,2	4,4	3,8	4,2
Warna	4,2	4,6	4	3,2
Aroma	4,2	4	3,8	2,8
Rasa	4,6	3,6	3,6	2,6
Tekstur	4,6	3,6	3,8	2,8
Sifat Keseluruhan	4,4	4,2	3,6	2,8
Jumlah nilai	4,3429	4,086	3,8	3,2

Berdasarkan hasil uji pada tahap *design* dengan substitusi bubuk kelor 5% (F1), 10% (F2), dan 15% (F3). Tabel 4 menyajikan hasil uji formula tahap design. Berdasarkan hasil uji sensoris pada tahap *design*, terlihat bahwa produk dengan substitusi bubuk kelor 5% (F1) memiliki hasil yang paling tinggi di antara formula

dengan substitusi 10% dan 15%. Hasil produk pada tahap *design* dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Hasil Produk Tahap *Design*

c. Tahap *develop*

Tahap *develop* bertujuan menghasilkan produk akhir yang siap edar berdasarkan revisi dan masukan para ahli [19]. Hasil validasi I mengindikasikan bahwa atribut rasa dan tekstur F1 sudah setara dengan produk acuan, namun aspek penyajian memerlukan peningkatan nilai estetika. Sesuai saran penilai, garnish diplomat cream dan aksen warna merah ditambahkan untuk menciptakan kontras visual pada piring saji, serta kemasan dilengkapi stiker identitas merek. Pengembangan penyajian dan kemasan dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Pengembangan Penyajian dan Kemasan Produk

Tabel 5. Hasil Uji Validasi I

Parameter Sensoris	Nilai Rerata	
	Acuan	5%
Bentuk	4,5	4,5
Ukuran	4	4,5
Warna	4,5	4
Aroma	4,5	4,5
Rasa	4,5	4,5
Tekstur	4,5	4,5
Sifat Keseluruhan	4,5	4,5
Penyajian	2	3,5
Kemasan	4	4
Rata-rata	4,111111	4,277778

Tabel 5 menyajikan hasil uji validasi I. Hasil pengujian menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara resep acuan dan resep hasil pengembangan. Meskipun demikian, dosen memberikan beberapa saran perbaikan, yaitu mengubah penyajian produk karena warna krim kurang kontras dengan warna piring, menambahkan elemen berwarna merah untuk meningkatkan daya tarik visual, serta mencantumkan identitas produk pada label kemasan. Hasil revisi penyajian dan label produk dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Hasil Revisi Penyajian Revisi Label

d. Tahap *disseminate*

Tahap *disseminate* adalah tahap terakhir dalam model pengembangan 4D yang bertujuan untuk melakukan pengemasan dan penyebaran produk yang telah dikembangkan kepada target pengguna yang telah ditentukan [20]. Tahap ini merupakan kegiatan uji penerimaan produk dengan membagikan produk acuan dan produk hasil pengembangan terpilih kepada panelis tidak terlatih untuk mengetahui tingkat penerimaan produk oleh masyarakat. Pengujian dilaksanakan dalam rangka *Culinary Innovation Festival 2026* yang diselenggarakan di Auditorium Universitas Negeri Yogyakarta. Sebanyak 80 panelis tidak terlatih yang merupakan pengunjung

atau masyarakat umum selama pameran berlangsung berpartisipasi dalam pengujian ini.

Uji tingkat kesukaan diperoleh menggunakan perhitungan uji *t-test* guna mengetahui perbedaan tingkat kesukaan antara produk acuan bolu kukus pandan dan produk pengembangan dengan substitusi daun kelor sebanyak 5%. Hasil uji tahap *disseminate* dengan uji *paired t-test* disajikan pada tabel 6.

Tabel 6. Hasil Uji Tahap *Disseminate*

Sifat sensoris	Produk Acuan		Produk Pengembangan		<i>p-value</i>
Warna	4,2375	± 0,73336	4,4875	± 0,655913	0,012
Aroma	4,3625	± 0,73336	4,4875	± 0,573547	0,015
Rasa	4,3625	± 0,66072	4,55	± 0,548877	0,046
Tekstur	4,3	± 0,753053	4,5	± 0,656033	0,012
Keseluruhan	4,3125	± 0,628314	4,7	± 0,487826	7,9E-07

Keterangan:

P-value <0,05 = acuan dan pengembangan berbeda nyata

P-value >0,05 = acuan dan pengembangan tidak berbeda nyata

Warna

Hasil uji kesukaan terhadap aspek warna menunjukkan bahwa produk pengembangan memperoleh nilai rata-rata sebesar $4,49 \pm 0,66$, lebih tinggi dibandingkan produk acuan yang memperoleh nilai rata-rata $4,24 \pm 0,73$. Nilai *p-value* sebesar 0,012 (<0,05) menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara kedua produk. Warna hijau pada produk pengembangan yang berasal dari penambahan daun kelor sebesar 5% memberikan tampilan yang lebih menarik bagi panelis dibandingkan warna produk acuan. Selain itu, warna hijau yang dihasilkan masih diterima dengan baik karena tidak terlalu gelap sehingga tetap menyerupai karakteristik bolu kukus pandan pada umumnya.

Aroma

Penilaian terhadap aroma menunjukkan bahwa produk acuan memperoleh nilai rerata $4,36 \pm 0,73$, sedangkan produk pengembangan memperoleh nilai rerata $4,49 \pm 0,57$. Hasil uji statistik menunjukkan nilai *p-value* sebesar 0,015 (<0,05), yang berarti terdapat perbedaan signifikan antara kedua produk. Penambahan daun kelor pada produk pengembangan memberikan aroma khas yang dengan aroma pandan menghasilkan karakter aroma yang lebih kompleks dan disukai panelis. Meskipun daun kelor memiliki aroma yang cukup khas, penggunaan pada konsentrasi 5% masih dapat diterima dengan baik oleh masyarakat.

Rasa

Aspek rasa memperoleh nilai rata-rata $4,55 \pm 0,55$ pada produk pengembangan dan $4,36 \pm 0,66$ pada produk acuan. Nilai *p-value* sebesar 0,046 (<0,05) menunjukkan adanya perbedaan nyata antara kedua produk. Hasil ini memperlihatkan bahwa penambahan daun kelor sebanyak 5% tidak menurunkan penerimaan panelis terhadap rasa produk. Sebaliknya, produk pengembangan mendapat tingkat kesukaan yang lebih tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa cita rasa daun kelor pada konsentrasi tersebut mampu berpadu dengan

rasa manis dan aroma pandan tanpa menimbulkan rasa pahit yang dapat mengurangi tingkat kesukaan panelis.

Tekstur

Hasil penilaian tekstur menunjukkan bahwa produk pengembangan memperoleh skor rata-rata $4,50 \pm 0,66$, sedangkan produk acuan memperoleh skor $4,30 \pm 0,75$. Nilai *p-value* sebesar 0,012 ($<0,05$) menandakan adanya perbedaan signifikan antara kedua produk. Tingginya tingkat kesukaan terhadap tekstur produk pengembangan menunjukkan bahwa substitusi daun kelor sebanyak 5% tidak mengganggu karakteristik tekstur bolu kukus. Produk tetap memiliki tekstur yang lembut, empuk, dan mengembang dengan baik sehingga dapat diterima oleh panelis.

Keseluruhan

Penilaian keseluruhan menunjukkan nilai rata-rata tertinggi pada produk pengembangan, yaitu sebesar $4,70 \pm 0,49$, dibandingkan produk acuan sebesar $4,31 \pm 0,63$. Nilai *p-value* sebesar $7,9 \times 10^{-7}$ ($<0,05$) menunjukkan adanya perbedaan yang sangat signifikan antara kedua produk. Hasil ini menyatakan bahwa secara umum produk pengembangan lebih disukai oleh panelis dibandingkan produk acuan. Tingkat penerimaan yang tinggi terhadap warna, aroma, rasa, dan tekstur berkontribusi terhadap meningkatnya penilaian keseluruhan. Dengan demikian, bolu kukus pandan dengan substitusi daun kelor sebesar 5% memiliki potensi untuk diterima oleh masyarakat sebagai produk pangan fungsional yang tetap mempertahankan kualitas sensoris yang baik.

Diskusi

Hasil uji *paired t-test* terhadap 80 panelis tidak terlatih menunjukkan bahwa produk pengembangan dengan substitusi bubuk daun kelor sebesar 5% memiliki nilai rerata yang lebih tinggi dibandingkan produk acuan pada seluruh atribut sensoris. Perbedaan tersebut signifikan secara statistik ($p < 0,05$) pada atribut warna, aroma, rasa, dan tekstur, serta sangat signifikan pada penilaian keseluruhan ($p = 7,9 \times 10^{-7}$).

Peningkatan penerimaan sensoris pada tingkat substitusi 5% berbeda dengan kecenderungan yang dilaporkan pada beberapa penelitian sebelumnya yang menunjukkan penurunan tingkat kesukaan seiring meningkatnya proporsi daun kelor [21]. Perbedaan tersebut diduga dipengaruhi oleh beberapa faktor. Pertama, tingkat substitusi yang digunakan relatif rendah sehingga karakter rasa pahit dan aroma langu khas daun kelor belum menjadi dominan. Sebaliknya, karakteristik daun kelor masih dapat berpadu dengan aroma dan cita rasa pandan yang telah dikenal luas oleh konsumen. Kedua, adanya perbaikan pada aspek penyajian dan kemasan selama tahap *develop* kemungkinan turut memengaruhi penilaian keseluruhan panelis, mengingat penilaian tersebut merupakan akumulasi dari berbagai atribut sensoris dan visual yang diterima.

Hasil penilaian atribut rasa menunjukkan bahwa substitusi bubuk daun kelor sebesar 5% masih dapat diterima dengan baik oleh panelis. Pada tingkat substitusi tersebut,

karakteristik rasa daun kelor tidak mendominasi cita rasa produk dan tetap berpadu dengan rasa manis serta aroma pandan, sehingga mutu sensoris produk dapat dipertahankan. Tingkat penerimaan yang baik juga mendukung tujuan pengembangan produk sebagai pangan fungsional bagi ibu menyusui dan individu yang berisiko mengalami anemia.

Kandungan zat besi yang tinggi pada daun kelor berpotensi membantu memenuhi kebutuhan zat besi harian, sedangkan kandungan fitosterol dan polifenol dilaporkan memiliki aktivitas galaktagog yang dapat mendukung produksi ASI. Tingginya penerimaan sensoris pada formula substitusi 5% menunjukkan bahwa penambahan bubuk daun kelor tidak mengurangi penerimaan konsumen terhadap produk. Dengan demikian, bolu kukus daun kelor berpotensi dikembangkan sebagai pangan fungsional yang tidak hanya memiliki nilai gizi yang baik, tetapi juga tetap dapat diterima dari aspek sensoris oleh konsumen.

Harga Jual dan BEP

Break Even Point (BEP) menggambarkan kondisi impas di mana total pendapatan setara dengan total biaya [22]. Biaya bahan baku produk bolu kukus daun kelor disajikan pada tabel 7. Satu resep menghasilkan 90 pcs bolu kukus kelor. Tabel 8 menampilkan biaya variabel bolu kukus daun kelor.

Tabel 7. Biaya Bahan Produk Bolu Kukus Daun Kelor

Bahan Bolu Kukus Kelor	Jumlah	Total Biaya (Rp)
Tepung terigu	950	13.300
Bubuk kelor	50	4.444
Santan	400	31.000
Air	600	221
Telur	10	2.500
Gula pasir	700	12.600
Sp	25	5.357
Garam	7,5	30
<i>Baking powder</i>	12,5	500
Pasta pandan	7,5	2.100
Bahan Diplomat Cream		
Susu uht	120	2280
Gula pasir	25	450
Maizena	10	500
Kuning telur	1	2500
Mentega	4	160
<i>Vanilla</i>	0,50	150
Garam	1	20
<i>Whippcream</i> cair	100	7000
Garnish		
<i>Edible gold</i>	50	2500
Daun pandan	50	1000
Total Biaya Bahan		88.613

Satu resep bolu kukus kelor menghasilkan 90 produk. Sehingga perhitungan biaya variable dan biaya tetap dapat dilihat pada Tabel 8 dan Tabel 9.

Tabel 8. Biaya Variabel Bolu Kukus Daun Kelor

Biaya variabel	Jumlah	Biaya (Rp)
Biaya bahan	90 pcs	88.613
Kemasan	90 pcs	54000
Stiker	90 pcs	24000
Total biaya		166.613
Biaya variabel /unit		1.851

Tabel 9. Biaya Tetap Bolu Kukus Daun Kelor

Biaya tetap	Biaya (Rp)
Listrik	2000
Gas	3000
Air	1000
Peralatan	5000
Gaji karyawan	15000
Total biaya	26000
Biaya tetap /unit	289

$$\text{HPP /unit} = \text{Biaya variabel /unit} + \text{Biaya tetap /unit}$$

$$\text{HPP /unit} = 1.851 + 289 = 2.140$$

$$\text{Laba} = 50\% \times \text{HPP /unit}$$

$$\text{Laba} = 50\% \times 2.140 = 1.070$$

$$\text{Harga Jual} = \text{HPP /unit} + \text{Laba}$$

$$\text{Harga jual} = 2.140 + 1.070 = 3.210 \text{ dibulatkan menjadi } 3.500$$

$$\text{BEP unit} = \frac{\text{Total biaya tetap}}{(\text{Harga jual/unit} - \text{Biaya variabel/unit})}$$

$$\text{BEP unit} = \frac{26.000}{(3.500 - 1.851)} = 16 \text{ pcs}$$

$$\text{BEP rupiah} = \text{BEP unit} \times \text{harga jual}$$

$$\text{BEP rupiah} = 16 \times 3.500 = 56.000$$

Bolu kukus daun kelor ditetapkan memiliki harga jual sebesar Rp3.500 per unit, dengan titik impas (*Break Even Point* / BEP) sebanyak 16 unit atau senilai Rp56.000. Keunggulan produk terletak pada inovasi serta kandungan gizi yang lebih tinggi, sehingga memiliki daya saing di pasar. Strategi pemasaran dapat dilakukan melalui media sosial maupun penjualan secara langsung dari individu ke individu. Melalui kegiatan pemasaran tersebut, diharapkan produk bolu kukus daun kelor dapat menjangkau konsumen secara lebih luas, terutama kelompok sasaran yaitu penderita anemia, khususnya ibu hamil.

Analisis Business Model Canvas (BMC)

Business Model Canvas (BMC) merupakan instrumen visual fundamental yang digunakan untuk mengonseptualisasikan, menganalisis, dan melakukan inovasi pada model bisnis. Kerangka kerja ini terdiri dari sembilan elemen kunci yang menggambarkan bagaimana sebuah organisasi menciptakan, menyampaikan, dan menangkap nilai, yang meliputi proposisi nilai, segmen pelanggan, saluran, hubungan pelanggan, aktivitas kunci, sumber daya kunci, kemitraan kunci, struktur biaya, dan arus pendapatan [23]. Analisis *Business Model Canvas* produk bolu kukus kelor disajikan pada tabel 10.

Tabel 10. *Business Model Canvas* Bolu Kukus Kelor

<i>Key Partners</i>	<i>Key Activities</i>	<i>Value Propositions</i>	<i>Customer Relationships</i>	<i>Customer Segments</i>
- Petani/pemasok daun kelor lokal - Toko bahan kue dan kemasan - Platform e-commerce (Shopee, Tokopedia, Instagram) - Posyandu & klinik ibu menyusui - Komunitas ibu hamil & menyusui - Mitra reseller/agen pemasaran	- Produksi & pengendalian kualitas bolu kelor - Pembuatan bubuk kelor mandiri - Pengemasan & pelabelan produk - Pemasaran digital & promosi - Riset & pengembangan resep	- Pangan fungsional tinggi zat besi dari daun kelor - Membantu mencegah anemia pada ibu menyusui & hamil - Mengandung galaktagog alami (fitosterol & polifenol) untuk meningkatkan produksi ASI - Rasa dan tekstur disukai masyarakat (uji hedonik $p < 0,05$) - Produk lokal, sehat, dan terjangkau - Kemasan higienis & menarik dengan garnish diplomat cream	- Edukasi manfaat kelor via media sosial - Layanan pesan antar (WhatsApp/DM) - Program loyalitas & diskon pembelian ulang - Kolaborasi konten kreator kesehatan ibu	- Ibu menyusui yang membutuhkan peningkatan ASI - Ibu hamil & penderita anemia - Konsumen sadar gizi & gaya hidup sehat - Masyarakat umum pencinta kue tradisional - Kafe, toko kue, dan katering sehat
		<i>Key Resources</i>	<i>Channels</i>	
		- Bahan baku: tepung terigu, daun kelor, santan, telur - Peralatan: mixer, kukusan, grinder, cetakan bolu - SDM: tenaga produksi terlatih - Resep hasil R&D tervalidasi - Media sosial & platform digital	- Instagram & TikTok (konten edukasi & promosi) - Marketplace (Shopee, Tokopedia) - WhatsApp Business (pre-order) - Pameran kuliner & bazar kesehatan - Posyandu & klinik bidan	
<i>Cost Structure</i>			<i>Revenue Streams</i>	
- Pengadaan alat produksi - Biaya bahan baku - Biaya kemasan & stiker - Biaya tetap operasional: listrik, gas, air, peralatan, gaji karyawan			- Modal awal pribadi - Penjualan langsung (offline): pameran, bazar, pre-order - Penjualan online: marketplace & media sosial	

KESIMPULAN

Penelitian pengembangan bolu kukus pandan substitusi daun kelor dengan model 4D berhasil merumuskan formulasi fungsional terbaik pada tingkat substitusi bubuk kelor 5%. Evaluasi daya terima pasar terhadap 80 panelis konsumen mengonfirmasi keunggulan produk inovasi secara signifikan ($p < 0,05$) dibandingkan resep kontrol pada seluruh parameter sensoris. Dari aspek ekonomi, penetapan harga jual Rp3.500/unit dengan BEP 16 unit (Rp56.000) membuktikan kelayakan komersial produk sebagai kudapan sehat bernilai gizi tinggi bagi ibu menyusui dan penderita anemia.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan apresiasi setinggi-tingginya kepada dosen Program Studi Pendidikan Tata Boga Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta atas bimbingan dan arahan akademis sehingga proses penelitian dapat berjalan dengan baik. Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada panelis yang telah membantu dalam proses pengambilan data.

REFERENSI

- [1] K. Khotimah *et al.*, “Analisis Manfaat Pemberian Asi Eksklusif Bagi Ibu Menyusui dan Perkembangan Anak,” *PAUDIA: Jurnal Penelitian dalam Bidang Pendidikan Anak Usia Dini*, pp. 254–266, Jun. 2024, doi: 10.26877/paudia.v13i2.505.
- [2] World Health Organization, “Peningkatan Angka Pemberian ASI di Indonesia: Ibu Perlu Dukungan Lebih,” 2025. Accessed: Apr. 01, 2026. [Online]. Available: <https://www.who.int/indonesia/id/news/detail/01-08-2025-breastfeeding-in-indonesia-on-the-rise--but-mothers-need-more-support>
- [3] M. D. Y. Putri, M. Mufdlilah, and H. F. Kurniawati, “Factors Affecting the Success of Exclusive Breastfeeding,” *Syntax Idea*, vol. 5, no. 3, pp. 306–323, Mar. 2023, doi: 10.46799/syntax-idea.v5i3.2153.
- [4] G. Minarini *et al.*, “Factors Influencing Exclusive Breastfeeding During the Postpartum Period: A Mixed-Methods Study,” *Nutrients*, vol. 17, no. 18, Sep. 2025, doi: 10.3390/nu17182992.
- [5] I. Trisnawati, Mardianti, A. Antini, and S. Aryani, “Pengaruh Kadar Hb Ibu Menyusui Dengan Tingkat Kecukupan Asi Bayi Usia 2 Minggu Di Kabupaten Karawang,” *Jurnal Riset Kesehatan Poltekkes Depkes Bandung*, Vol. 15, no. 1, pp. 136–143, May 2023, doi: 10.34011/juriskesbdg.v15i1.2165.
- [6] R. W. Basrowi, A. Zulfikar, and N. L. Sitorus, “Anemia in Breastfeeding Women and Its Impact on Offspring’s Health in Indonesia: A Narrative Review,” *Nutrients*, vol. 16, no. 9, p. 1285, Apr. 2024, doi: 10.3390/nu16091285.
- [7] Astria Rishel Rika, “Pengaruh Pemberian Kapsul Daun Kelor (*Moringa Oleifera*) Terhadap Kadar Hemoglobin Ibu Hamil Dengan Anemia,” *Jurnal Ilmu Keperawatan dan Kebidanan*, vol. 14, no. 1, pp. 187–192, 2023.

- [8] R. Mundari and I. Fitri Agustina, “Pengaruh Pemberian Ekstrak Daun Kelor Terhadap Peningkatan Produksi Asi Pada Ibu Menyusui,” *Jurnal Kebidanan Basurek*, vol. 8, pp. 27–36, 2023.
- [9] S. Lisciani *et al.*, “Effects of Household Cooking on Mineral Composition and Retention in Widespread Italian Vegetables,” *Nutrients*, vol. 17, no. 3, p. 423, Jan. 2025, doi: 10.3390/nu17030423.
- [10] B. Amin *et al.*, “Jurnal Pendidikan Agama Islam Desain Konseptual Berbasis Research And Development Model 4D Dalam Pengembangan Kurikulum Pai Adaptif Bagi Peserta Didik Dengan Disabilitas Intelektual,” *Jurnal Pendidikan Agama Islam*, 2022.
- [11] B. García-Gómez, N. Fernández-Canto, M. L. Vázquez-Odériz, M. Quiroga-García, N. Muñoz-Ferreiro, and M. Á. Romero-Rodríguez, “Sensory descriptive analysis and hedonic consumer test for Galician type breads,” *Food Control*, vol. 134, p. 108765, Apr. 2022, doi: 10.1016/j.foodcont.2021.108765.
- [12] Ade Rahayu, “Metode Penelitian dan Pengembangan (R&D): Pengertian, Jenis dan Tahapan,” *DIAJAR: Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran*, vol. 4, no. 3, pp. 459–470, Jul. 2025, doi: 10.54259/diajar.v4i3.5092.
- [13] Ryanares Kitchen, “Resep Bolu Kukus Pandan Tiramisu Mini,” Youtube. Accessed: Jun. 17, 2026. [Online]. Available: https://youtu.be/o3GBSJZmzzY?si=7_W6v4BNFWFuDkDm
- [14] S. Soewitomo, *1000 Resep Masakan & Kue Sisca Soewitomo yang Paling Dicari*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama, 2010.
- [15] Lis Achmady, “Sensasi Bolu Pandan Rasa Klepon Bikin Nagih,” Youtube. Accessed: Jun. 17, 2026. [Online]. Available: <https://youtu.be/EUm3ZA7SPcs?si=HjTMAICIfvF0ELRa>
- [16] A. Hikmah, S. Saragih, and M. Maimunah, “Pengembangan Perangkat Pembelajaran Matematika Menggunakan Model Discovery Learning untuk Memfasilitasi Kemampuan Pemahaman Matematis Pada Materi Segi Empat dan Segitiga,” *Jurnal Cendekia : Jurnal Pendidikan Matematika*, vol. 7, no. 3, pp. 2752–2764, Aug. 2023, doi: 10.31004/cendekia.v7i3.1959.
- [17] S. Manggabarani, R. R. Tanuwijaya, and A. H. Abriyani, “Formulasi Snack Bar Pisang Mas dengan Substitusi Daun Kelor terhadap Karakteristik Fisik dan Kandungan Gizi sebagai Pangan Fungsional Ibu Menyusui,” *Journal of Nursing and Health Science*, vol. 3, no. 1, pp. 9–16, Nov. 2025, doi: 10.58730/jnhs.v3i1.214.
- [18] K. Fitriani, N. Riska, and Mahdiah, “Pengaruh Substitusi Tepung Daun Kelor (*Moringa Oleifera* L) Terhadap Kualitas Fisik Dan Mutu Sensoris Almond Crispy,” *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan, Desember*, vol. 2025, no. 12, pp. 147–161, 2025.
- [19] N. I. HL, N. Nasruddin, A. E. Sejati, and A. Sugiarto, “Developing Teaching Material of Research Methodology and Learning with 4D Model in Facilitating Learning During the Covid-19 Pandemic to Improve Critical Thinking Skill,”

Jurnal Kependidikan: Jurnal Hasil Penelitian dan Kajian Kepustakaan di Bidang Pendidikan, Pengajaran dan Pembelajaran, vol. 9, no. 2, p. 541, May 2023, doi: 10.33394/jk.v9i2.7110.

- [20] A. H. Salsabila, T. Iriani, and S. Sri Handoyo, “Penerapan Model 4D Dalam Pengembangan Video Pembelajaran Pada Keterampilan Mengelola Kelas,” *Jurnal Pendidikan West Science*, vol. 1, no. 08, pp. 495–505, Aug. 2023, doi: 10.58812/jpdws.v1i08.553.
- [21] A. Novitaroh, R. P. Sulistiani, J. T. Isworo, and Y. K. Syadi, “Sifat Sensoris, Kadar Protein dan Zat Besi pada Cookies Daun Kelor,” *Jurnal Gizi*, vol. 11, no. 1, p. 32, Apr. 2022, doi: 10.26714/jg.11.1.2022.32-44.
- [22] A. A. Risdayani and Susilawati, “Analisis Perhitungan BEP (Break Even Point) Dan Margin of Safety Dalam Penentuan Harga Jual Pada UMKM Salaut,” *Jurnal Bina Manajemen*, vol. 13, no. 1, pp. 75–93, Sep. 2024, doi: 10.52859/jbm.v13i1.680.
- [23] I. Febrilia, M. Rizan, and B. Saidani, “Business Model Canvas (BMC)’s Concept for SMEs in East Jakarta,” *Jurnal Pemberdayaan Masyarakat Madani (JPMM)*, vol. 6, no. 2, pp. 252–272, Nov. 2022, doi: 10.21009/JPMM.006.2.04.