Seminar Nasional
Pendidikan Teknik Boga dan Busana
Volume 21, No. 1, Oktober 2026, hlm 1219 - 1232
ISSN 1907-8366 (dalam talian)
Daring: https://journal.uny.ac.id/index.php/ptbb/index

PENGEMBANGAN QUICHE LORRAINE SUBSTITUSI PUREE WORTEL DAN BAYAM SUMBER ZAT BESI REMAJA

Mau'idhatun Nashuha[1] , **Fitri Rahmawati**[2]
[1,2] Pendidikan Tata Boga, Universitas Negeri Yogyakarta
E- mail : mauidhatunashuha1138ft.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, Bayam, Puree Wortel, Quiche Lorraine, Remaja, Zat Besi

ABSTRAK

Anemia defisiensi zat besi merupakan salah satu masalah gizi utama pada remaja di Indonesia, khususnya remaja putri, yang disebabkan oleh rendahnya kepatuhan konsumsi suplemen dan kurangnya asupan makanan bersumber zat besi. Penelitian ini bertujuan untuk mengembngkan produk kudapan fungsional inovatif berupa quiche Lorraine dengan subtitusi puree wortel pada kulit (*pie crust)* dengan penambahan bayam dan jamur kuping pada isian *(filling)* sebagai alternatif sumber zat gizi yang disukai remaja. Metode penelitian yang digunakan adalah *Research and Development* (R&D) dengan menerapkan model pengembangan 4-D (*Define, Design, Develop, Disseminate)*. Formulai produk dikembangkan dengan tiga tingkat variasi subtitusi puree wortel, yaitu F1 (10%), F2 (20%) dan F3 (30%). Uji sensoris dilakukan pada setiap tahap untuk menentukan penerimaan produk. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada tahap *Design*, variasi F1 (subtitusi 10%) memperoleh nilai penerimaan tertinggi pada parameter rasa (4,2), aroma (4,4) dan keseluruhan (4,2). Uji validasi ahli oleh dua orang validator pada tahap *Develop* memberikan rerata skor total 4,5 yang menyatakan produk layak untuk diproduksi dan disebarluaskan. Pada tahap *Disseminate*, uji organolpetik diperluas kepada 80 panelis tidak terlatih menunjukkan peningkatan mutu sensoris yang signifikan antara produk acuan dan produk pengembangan fungsional. Analisis statistik t-test berpasangan membuktikan adanya perbedaan yang signifikan secara nyata pada parameter warna ($p < 0.05$) dan rasa ($p < 0.05$) yang dipengaruhi oleh penambahan komponen puree wortel dan bayam. Berdasarkan hasil tersebut, quiche lorraine inobatif ini berpotensi menjadi alternatif makanan selingan sehat kaya zat besi dan vitamin A bagi remaja.

Kutipan (Gaya IEEE): [95] M. Nashuha, F. Rahmawati. (2026). Pengembangan Quiche Lorraine Subtitusi Puree Wortel Dan Bayam Sumber Zat Besi Remaja. Prosiding Semnas PTBB. Prosiding Semnas PTBB, 21 (1), 1219 - 1232.

PENDAHULUAN

Anemia akibat kekurangan zat besi masih menjadi persoalan kesehatan masyarakat yang berat dan berkepanjangan, terutama di negara berkembang dengan keterbatasan ekonomi seperti Indonesia. Data Riskesdas 2018 mencatat bahwa 32% remaja putri usia 15–24 tahun mengalami anemia [1], sebuah angka yang menurut kriteria WHO tergolong (*moderate public health problem*). Kendati Survei Kesehatan Indonesia (SKI) 2023 mencatat penurunan menjadi 18% pada remaja putri [2], sejumlah wilayah tertentu justru masih mencatat prevalensi 40–80,9% yang tergolong (*severe*). Kondisi klinis semacam ini menggambarkan (*chronic disequilibrium*) yang berkepanjangan antara meningkatnya

kebutuhan fisiologis zat besi dan rendahnya asupan zat gizi mikro yang mudah diserap tubuh dari pola makan sehari-hari.

Ditinjau dari sisi biologis, remaja putri tergolong kelompok yang jauh lebih rentan (*highly vulnerable*) terhadap anemia defisiensi besi dibandingkan kelompok usia lain [3]. Kerentanan ini dipicu oleh dua faktor utama: pertama, lonjakan pertumbuhan fisik (*growth spurt*) pada masa pubertas yang meningkatkan kebutuhan volume darah dan mioglobin otot; kedua, kehilangan darah rutin setiap bulan akibat menstruasi (*menstruation blood loss*). Apabila kehilangan zat besi ini tidak terkompensasi secara memadai, cadangan besi tubuh (ferritin) akan menurun sehingga pada akhirnya mengganggu eritropoiesis, yaitu proses pembentukan sel darah merah di sumsum tulang [4].

Konsekuensi anemia pada masa tumbuh kembang ini tidak dapat dianggap ringan. Dalam jangka pendek, kondisi ini memicu kekurangan oksigen jaringan secara kronis yang tampak sebagai (*fatigue syndrome*), menurunnya daya tahan tubuh terhadap infeksi, serta terganggunya fungsi kognitif akibat berkurangnya pasokan oksigen ke otak [4]. Penurunan daya konsentrasi dan memori ini pada gilirannya turut memengaruhi capaian belajar dan produktivitas remaja [5]. Untuk jangka panjang, remaja putri yang mengalami anemia berisiko lebih besar mengalami malnutrisi saat kelak hamil, sehingga memperbesar kemungkinan perdarahan pascapersalinan, bayi dengan berat lahir rendah (BBLR), hingga stunting pada generasi berikutnya [3].

Sebagai langkah penanggulangan, pemerintah Indonesia menjalankan program pemberian Tablet Tambah Darah (TTD) yang mengandung ferro sulfat dan asam folat secara massal di sekolah menengah. Namun demikian, temuan di lapangan memperlihatkan bahwa program ini masih menemui banyak kendala sehingga hasilnya belum optimal. Salah satu kendala utama adalah rendahnya (*adherence rate*) remaja putri dalam mengonsumsi TTD secara teratur. Keengganan ini umumnya dipicu oleh efek samping pada saluran cerna seperti (*nausea*), nyeri ulu hati, muntah, hingga sembelit. Selain itu, aroma dan rasa besi yang khas (*metallic taste*) pada TTD turut memperkuat penolakan psikologis remaja terhadap suplemen ini. Kondisi tersebut menegaskan perlunya bergeser dari suplementasi sintetis menuju strategi alternatif yang lebih holistik, mudah diterapkan, dapat diterima secara budaya, dan (*sustainable approach*). Salah satu peluang yang menjanjikan adalah penganekaragaman pangan melalui fortifikasi (*biofortification*) alami yang diterapkan pada produk kuliner fungsional populer sehingga lebih sesuai dengan selera remaja masa kini.

Di tengah tren kuliner masa kini, selera remaja perkotaan cenderung condong pada makanan cepat saji bergaya Barat (*westernized fast food*). Salah satu produk *pastry* yang populer adalah *Quiche Lorraine*, *savory pie* asal Prancis yang memadukan kulit pie renyah (*pâte brisée*) dengan isian custard gurih berbahan dasar telur, susu, *cream*, dan keju. Rasa gurih (*umami*), kepraktisan, serta kesan modern menjadikan produk ini digemari kalangan remaja. Meski demikian, *Quiche Lorraine* dalam bentuk konvensionalnya memiliki komposisi gizi yang kurang seimbang (*unbalanced nutritional profile*): densitas energinya tinggi dan kaya lemak jenuh dari mentega serta krim hewani [6], didominasi karbohidrat sederhana dari tepung terigu *refined*, sementara kandungan serat, vitamin esensial, dan zat besi fungsionalnya justru rendah.

Bertolak dari kesenjangan gizi tersebut, penelitian pengembangan produk ini merancang ulang formulasi Quiche Lorraine melalui substitusi sebagian tepung terigu

dengan puree wortel pada bagian kulit, serta penambahan bayam hijau dan jamur kuping hitam pada bagian isian sebagai bentuk fortifikasi nabati.

Wortel (*Daucus carota L.*) dipilih dan diolah dalam bentuk puree untuk menggantikan sebagian tepung terigu sekaligus menambahkan beta-karoten (provitamin A) dalam jumlah cukup tinggi [7]. Pigmen karotenoid dalam wortel turut berperan sebagai pewarna alami yang mengubah tampilan kulit quiche dari kuning pucat menjadi kuning-oranye yang lebih menarik. Selain itu, vitamin A berperan penting dalam metabolisme zat besi, yaitu membantu memobilisasi cadangan besi yang terikat pada ferritin di hati menuju sumsum tulang untuk pembentukan hemoglobin, sehingga membantu mencegah gangguan pemanfaatan besi dalam tubuh (*iron utilization impairment*) [8].

Bayam (*Amaranthus spp.*) dipilih sebagai bahan utama pengaya *filling* karena mudah didapat, murah, dan memiliki kandungan zat besi non-heme yang tinggi. Teksturnya yang lentur juga memudahkan pencampuran ke dalam adonan telur tanpa merusak emulsi custard. Meski demikian, zat besi non-heme (Fe^{3+}) dari sumber nabati umumnya memiliki kelarutan dan bioavailabilitas yang relatif rendah akibat keberadaan senyawa penghambat seperti asam fitat dan oksalat. Untuk mengatasi keterbatasan tersebut, penelitian ini menambahkan jamur kuping hitam (*Auricularia auricula*) sebagai bahan pelengkap [9]. Selain memberikan tekstur kenyal (*chewy*) yang kontras dengan bahan lain, jamur kuping hitam juga dikenal sebagai sumber vitamin D dan seng (Zn) yang cukup baik [10], [11]. Kedua mineral tersebut berperan sebagai kofaktor penting dalam pembentukan sel darah merah serta membantu menjaga daya tahan tubuh remaja pada masa pertumbuhan pesat.

Kombinasi ketiga bahan tersebut, yaitu wortel, bayam, dan jamur kuping hitam, diharapkan dapat menghasilkan produk pangan fungsional baru berupa *Quiche Lorraine* yang kaya zat gizi mikro (*micronutrient-dense food*). Produk hasil pengembangan ini diharapkan mampu berkontribusi menurunkan risiko anemia pada remaja putri, tanpa mengorbankan cita rasa dan tingkat penerimaan sensoris (*hedonic acceptability*) yang menjadi pertimbangan utama bagi remaja sebagai konsumen sasaran.

METODE

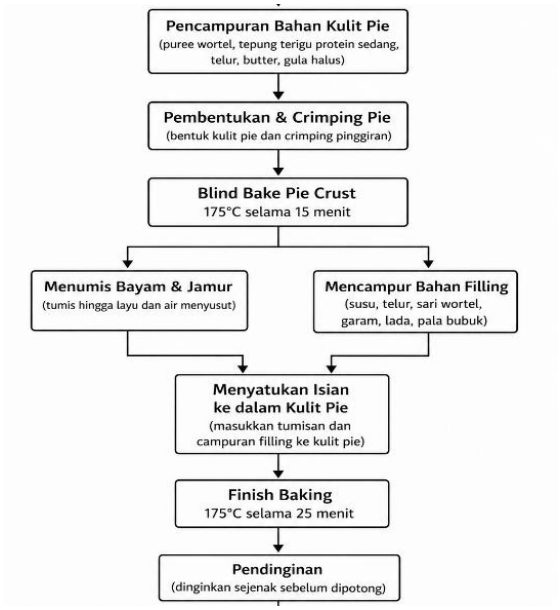
a. Bahan

Bahan bahan yang digunakan dalam pembuatan quiche lorraine yaitu tepung terigu protein sedang, butter, telur, puree wortel, sari wortel, bayam, jamur kuping, gula halus, garam, pala bubuk, kaldu bubuk dan lada bubuk

b. Alat

Alat yang dugunakan dalam penelitian ini adalah *mixer*, *mixing bowl*, *loose bottom tart pan*, oven dan *pie pusher*

c. Proses Pembuatan



Gambar 1. Diagram alir pembuatan *quiche lorraine* subtitusi *puree* wortel

Proses pembuatan kulit pie diawali dengan pencampuran *butter*, telur, dan gula halus hingga diperoleh adonan yang homogen dan merata. Setelah itu, tepung terigu yang sebelumnya telah dicampur dengan puree wortel dimasukkan secara bertahap ke dalam adonan, kemudian seluruh bahan diaduk hingga membentuk adonan kulit pie yang kalis dan seragam. Tahap pencampuran ini merupakan titik kritis karena berpengaruh terhadap tekstur akhir kulit pie. Pencampuran yang tidak merata dapat menyebabkan adonan kurang kompak dan hasil akhir menjadi kurang optimal. Selanjutnya, adonan dibentuk ke dalam cetakan dan bagian pinggirnya dilakukan crimping sebagai bentuk penyelesaian estetis sekaligus penguat struktur. Pada tahap ini, permukaan adonan ditusuk secara merata menggunakan garpu untuk memberikan saluran udara sehingga mencegah terjadinya pengembangan berlebih saat pemanggangan.

Tahap berikutnya adalah *blind baking*, yaitu pemanggangan awal kulit pie tanpa isian. Pada proses ini, permukaan adonan perlu diberi pemberat, seperti beras, kacang hijau, atau remahan kue kering yang dialasi baking paper, agar adonan tidak mengembang selama pemanggangan. Setelah dipanggang selama 10 menit dengan pemberat, pemberat kemudian dikeluarkan dan proses pemanggangan dilanjutkan selama 5 menit hingga kulit pie setengah matang. Setelah itu, dilakukan penumis bayam dan jamur hingga layu dan kadar airnya berkurang, serta pencampuran bahan *filling* yang terdiri atas susu, telur, sari wortel, garam, lada, dan pala bubuk. Tahap akhir dilakukan dengan memasukkan tumisan bayam dan jamur ke dalam kulit pie, menambahkan campuran *filling*, lalu dipanggang kembali pada suhu 175°C selama 25 menit dan didinginkan sebelum disajikan

d. Metode Penelitian

Penelitian ini diterapkan dengan pendekatan *Research and Development* (R&D) menggunakan model 4D [12], yang mencakup tahap *Define, Design, Develop, dan Disseminate*. Pada tahap *Define* dilakukan seleksi satu resep acuan dari tiga resep kandidat.

Ketiga resep tersebut dievaluasi berdasarkan parameter organoleptik, yaitu warna, rasa, aroma, tekstur, penampilan, dan penilaian keseluruhan, menggunakan borang uji hedonik. Pengujian sensoris pada tahap ini melibatkan lima panelis terlatih. Data hasil penilaian digunakan untuk menentukan resep acuan yang akan dijadikan dasar pengembangan pada tahap berikutnya.

Tahap *Design* bertujuan menghasilkan formulasi substitusi bahan pada resep acuan dan memilih formulasi pengembangan terbaik. Pada tahap ini dilakukan substitusi puree wortel pada komponen *pie crust* sebesar 10%, 20%, dan 30% dari total berat tepung; penambahan sari wortel pada komponen *filling* cair sebesar 10%, 20%, dan 30% dari total volume susu; serta penambahan jamur kuping pada komponen *filling* padat sebesar 10%, 20%, dan 30% dari total berat bayam. Setiap formulasi dinilai melalui uji sensoris hedonik yang mengukur preferensi terhadap warna, rasa, aroma, tekstur, dan penilaian keseluruhan. Uji sensoris pada tahap *Design* juga melibatkan lima panelis terlatih. Formulasi yang memperoleh skor kesukaan tertinggi dipilih sebagai resep pengembangan untuk dilanjutkan ke tahap *Develop*.

Tahap *Develop* berfokus pada validasi kelayakan resep terpilih serta penentuan spesifikasi penyajian, kemasan, dan label produk. Validasi dilakukan oleh dua panelis ahli (*expert*) yang mengevaluasi aspek organoleptik (warna, rasa, aroma, tekstur, dan penilaian keseluruhan) serta menilai kecocokan tata hidang, desain kemasan, dan informasi pada label. Hasil validasi digunakan untuk menyusun spesifikasi produk akhir yang memenuhi kriteria organoleptik dan kelayakan penyajian serta kemasan.

Tahap *Disseminate* merupakan tahap akhir penelitian berupa uji penerimaan produk pada skala masyarakat. Pada tahap ini produk acuan dan produk pengembangan diuji oleh 80 panelis tidak terlatih menggunakan borang uji hedonik yang mengukur warna, rasa, aroma, tekstur, dan penilaian keseluruhan. Data hasil uji tersebut dianalisis secara statistik dengan uji T berpasangan untuk menguji perbedaan tingkat penerimaan antara produk acuan dan produk pengembangan serta untuk menghitung persentase penerimaan produk. Seluruh rangkaian pengujian sensoris pada tiap tahap dirancang untuk memastikan validitas dan reliabilitas penilaian sebelum produk dikembangkan dan disebarluaskan.

Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Kimia Pendidikan Tata Boga Universitas Negeri Yogyakarta dengan durasi waktu penelitian selama 4 bulan, yaitu Maret hingga Juni 2026

Analisis dan Pengolahan Data

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis produk acuan dan pengembangan yang sudah ditentukan untuk dilakukan uji kesukaan oleh masyarakat umum. Uji kesukaan menggunakan uji organoleptik dengan skala ketentuan 1-5 (1= sangat tidak suka, 2= tidak suka, 3= agak suka, 4= suka, 5= sangat suka). Pengolahan sata dari hasil hasil uji organoleptik ini menggunakan *paired sample t-test* untuk mengetahui perbedaan tingkat kesukaan dari produk acuan dan produk pengembangan.

Produk pengembangan diujikan kepada 80 panelis tidak terlatih atau masyarakat umum melalui pameran *Culinary Inovation Festival*, hal ini bertujuan untuk mengetahui

kesukaan masyarakat umum terhadap produk pengembangan quiche lorraine dengan substitusi puree wortel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

a) Tahap *Define*

Tahap *Define* adalah tahap awal untuk menetapkan atau menentukan produk serta resep acuan dari tiga resep kandidat. Ketiga resep tersebut dievaluasi berdasarkan parameter organoleptik, yaitu warna, rasa, aroma, tekstur, penampilan, dan penilaian keseluruhan. Tabel 1 menunjukkan tiga resep acuan produk quiche lorraine

Tabel 1. Resep Acuan Quiche Lorraine

Bahan	R1	R2	R3
Bahan A (*pie crust)*			
Tepung terigu	162,5 gr	150 gr	100 gr
Butter	112,5 gr	100 gr	62,5 gr
Telur	½ butir	½ butir	-
Garam	2,5 gr	1,5 gr	1 gr
Gula halus		50 gr	-
Air es	60 ml		-
Bahan B (*filling quiche*)			
Bayam	100 gr	125 gr	150 gr
Telur	2 butir	2 butir	2 butir
Cooking cream	120 ml	-	120 ml
Susu	-	175 ml	60 ml
Keju	50 gr	87,5 gr	50 gr
Garam	1,5 gr	2,5 gr	-
Lada bubuk	-	1,5 gr	1,5 gr
Kaldu bubuk	2,5 gr	1,5 gr	2,5 gr
Pala bubuk	-	1,5 gr	1 gr

R1 = AlimenteArte, 2025
R2 = Bolo, 2024
R3 = Greenku, 2025

Ketiga resep acuan tersebut kemudian dianalisis secara sensoris oleh 5 orang panelis. Hasil uji coba produk dan uji sensoris tahap *Define* dapat dilihat pada Gambar 2 dan Tabel 2.



Gambar 2. Analisis Sensosris dari Resep Acuan Quiche Lorraine

Tabel 2. Hasil Uji Sensoris Tahap *Define*

Sifat sensoris	Nilai Rerata		
	R1	R2	R3
Bentuk	3,6	4,6	3,6
Ukuran	4,2	4,2	4,0
Warna	2,8	4,2	4,0
Aroma	3,2	4,0	4,0
Rasa	2,6	4,2	4,2
Tesktur	2,4	4,0	4,2
Keseluruhan	3,2	4,4	4,0

Hasil pengujian sensoris terhadap ketiga resep acuan awal (R1, R2, R3) yang dievaluasi berdasarkan parameter eksternal dan internal ditunjukkan pada Tabel 2. Berdasarkan capaian data pada tabel 2, Resep Acuan 2 (R2) memperoleh penilaian tertinggi untuk parameter bentuk (4,6), warna (4,2), rasa (4,2), serta penerimaan akseptabilitas keseluruhan sebesar 4,4. Formula R2 dinilai memiliki kestabilan struktur kulit pie yang kokoh, tidak mudah retak, serta komposisi rasa *custard* yang seimbang antara rasa asin-gurih keju dengan kelembutan telur. Dengan demikian, Resep Acuan 2 (R2) ditetapkan sebagai basis resep acuan terpilih untuk dikembangkan pada tahap perancangan adonan substitusi

b) Tahap *Design*

Pada tahap *Design*, formulasi R2 dikembangkan menjadi produk fungsional melalui variasi konsentrasi puree wortel, sari wortel, dan jamur kuping. Evaluasi sensoris dilakukan untuk mendeteksi batas maksimum toleransi panelis terhadap aroma khas langu (*beany flavor)* dan perubahan tekstur kulit pie akibat subtitusi puree wortel.

Tabel 3. Resep Pengembangan Kulit Xiao Long Bao

Bahan	Fo 0%	F1 10%	F2 20%	F3 30%
Bahan A (*pie crust)*				
Tepung terigu	150 gr	135 gr	120 gr	110 gr
Puree wortel	-	15 gr	30 gr	40 gr
Butter	100 gr	100 gr	100 gr	100 gr
Telur	½ butir	½ butir	½ butir	½ butir
Garam	½ gr	½ gr	½ gr	½ gr
Gula halus	50 gr	50 gr	50 gr	50 gr
Bahan B (*filling quiche*)				
Bayam	125 gr	112,5 gr	100 gr	87,5 gr
Jamur Kuping	-	12,5 gr	25 gr	37,5 gr
Sari wortel	-	17,5 ml	35 ml	52,5 ml
Susu	175 ml	157,5 ml	140 ml	122,5 ml
Keju	87,5 gr	87,5 gr	87,5 gr	87,5 gr
Telur	2 butir	2 butir	2 butir	2 butir
Garam	1,5 gr	1,5 gr	1,5 gr	1,5 gr
Lada bubuk	1,5 gr	1,5 gr	1,5 gr	1,5 gr
Kaldu bubuk	1,5 gr	1,5 gr	1,5 gr	1,5 gr
Pala bubuk	2 gr	2 gr	2 gr	2 gr



Gambar 3. Analaisis Sensorik Resep Pengembangan Quiche Lorraine

Tabel 4. Hasil Rekap Data Tahap *Design*

Sifat sensoris	Nilai Rerata			
	Resep Acuan Terpilih	F1 10%	F2 20%	F3 30%
Bentuk	4,4	4,0	4,0	3,6
Ukuran	4,4	4,0	4,0	3,6
Warna	4,2	4,0	4,2	3,4
Aroma	5,0	4,4	4,0	3,6
Rasa	4,8	4,2	4,0	3,4
Tesktur	4,2	4,2	3,6	3,4
Keseluruhan	4,2	4,2	3,4	3,0

Pemilihan persentase substitusi puree wortel 10%, 20%, dan 30% pada penelitian ini didasarkan pada pertimbangan ilmiah untuk mengidentifikasi titik optimal fortifikasi tanpa mengganggu karakteristik produk *pastry*. Persentase 10% dipilih sebagai konsentrasi minimum yang diharapkan masih mampu memberikan manfaat fortifikasi nutrisi, khususnya beta-karoten, tanpa mengganggu struktur *flaky crust* yang merupakan karakteristik utama *pastry*.

Penelitian menunjukkan bahwa pada konsentrasi 10% (Formula 1), kadar air dari puree wortel masih rendah sehingga tepung terigu tetap dominan dalam membentuk gluten yang menjaga tekstur renyah, dengan skor penerimaan keseluruhan setara resep acuan yaitu 4,2.

Persentase 20% berfungsi sebagai titik tengah untuk mengamati tren penurunan skor sensoris secara gradual dan menilai batas toleransi struktur adonan terhadap peningkatan kadar air. Pada konsentrasi ini, kadar air sudah mulai meningkat dibandingkan 10%, sehingga tekstur *flaky* mulai berkurang namun masih dalam batas yang dapat diterima panelis. Sementara itu, persentase 30% dipilih sebagai konsentrasi maksimum untuk menunjukkan batas maksimal substitusi sebelum produk tidak layak dikonsumsi. Penelitian substitusi tepung wortel pada roti tawar melaporkan bahwa pada tingkat substitusi 30%, kadar air adonan mencapai 30,70%, jauh lebih tinggi dibandingkan 26,75% pada substitusi 10% [7]. Kadar air yang lebih tinggi tersebut membuat adonan menjadi lebih padat sehingga tekstur menurun tajam karena peran gluten dari tepung terigu semakin berkurang.

Fenomena yang ditemukan dalam penelitian ini menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi substitusi puree wortel dan bayam berbanding lurus dengan penurunan skor sensoris secara gradual, khususnya pada adonan F3 (30%). Pada konsentrasi 30%, kadar air yang terlalu tinggi merusak struktur *flaky crust pastry*, aroma bayam dan

wortel menjadi dominan sehingga mengganggu cita rasa gurih khas *pastry*, serta warna produk menjadi terlalu gelap yang tidak sesuai dengan panelis.

Berdasarkan hasil uji sensoris, Formula 1 (F1) dengan persentase substitusi 10% terbukti merupakan formula modifikasi terbaik yang mampu menyamai skor penerimaan produk keseluruhan dari resep acuan dengan nilai 4,2. Karakteristik tekstur F1 dinilai tetap renyah (*flaky*) pada bagian kulit meskipun mengandung kadar air dari puree wortel, serta memiliki cita rasa gurih yang dominan tanpa terganggu aroma bayam. Oleh sebab itu, Formula 1 (F1) diadopsi sebagai formula final untuk divalidasi pada tahap berikutnya karena merupakan titik sweet spot yang memberikan fortifikasi nutrisi optimal tanpa mengorbankan kualitas sensoris dan karakteristik tekstur produk *pastry*.

c) Tahap *Develop*

Tahap *Develop* bertujuan menguji kelayakan teknis produk melalui validasi oleh dua orang ahli eksternal sebelum didiseminasikan secara massal. Tahap *Develop* berfokus pada validasi kelayakan resep terpilih serta penentuan spesifikasi penyajian, kemasan, dan label produk yang mengevaluasi aspek organoleptik (warna, rasa, aroma, tekstur, dan penilaian keseluruhan) serta menilai kecocokan tata hidang, desain kemasan, dan informasi pada label. Hasil validasi digunakan untuk menyusun spesifikasi produk akhir yang memenuhi kriteria organoleptik dan kelayakan penyajian serta kemasan. Kemasan yang digunakan berupa mika brownies ukuran S (15 cm x 10 cm)



Gambar 4. Analisis Sensoris Tahap *Develop*

Tabel 5. Hasil Uji Kesukaan Tahap *Develop*

Sifat sensoris	Nilai Rerata	
	Resep Acuan Terpilih	Resep Pengembangan Terpilih
Bentuk	4	4,5
Ukuran	4	4,5
Warna	4	4,5
Aroma	4,5	4
Rasa	4,5	4,5
Tesktur	4,5	4,5
Keseluruhan	4	4,5

Berdasarkan lembar penilaian tahap *Develop*, produk pengembangan inovatif dinilai sangat baik oleh kedua pakar dengan perolehan rerata skor parameter keseluruhan mencapai 4.5, mengungguli produk acuan yang bernilai 4,0. Hal ini disebabkan karena kombinasi warna kuning keemasan dari wortel pada adonan kulit serta aksen hijau dari bayam pada custard memberikan impresi visual produk premium

bergizi. Catatan dari validator menekankan kelayakan produk untuk diproduksi berskala komersial

d) Tahap *Disseminate*

Pada tahap ini, produk pengembangan yang telah melalui validasi pada tahap 1 akan diuji oleh 80 panelis tidak terlatih. Panelis diminta mengisi lembar penilaian yang memuat uji kesukaan organoleptik dengan skala Likert 1–5. Data hasil pengujian direkap menggunakan Microsoft Excel dan dianalisis secara statistik untuk membandingkan produk acuan dan produk pengembangan. Analisis meliputi uji t berpasangan (*paired t-test*) untuk melihat perbedaan skor antara kedua produk. Variabel penilaian terdiri dari warna, aroma, rasa, tekstur, dan kesan keseluruhan yang berutujuan untuk menguji efektivitas dan tingkat penerimaan produk hasil pengembangan pada skala yang lebih luas.

Tabel 6. Hasil Uji-T Berpasangan

Parameter	Produk Acuan	Produk Pengembangan	p-value
Warna	4,1375 ± 0.807304469	4.3875 ± 0.737662	6.82109992660789E-06
Aroma	4,4 ± 0.607964023	4.525 ± 0.615722	0.017452883
Rasa	4,4 ± 0.772960772	4.55 ± 0.691723	0.0330167747604507
Tekstur	4,275 ± 0.810922275	4.5625 ± 0.653012	0,000202465
Keseluruhan	4,2875 ± 0.659761177	4.6 ± 0.607964	8.45803083729704E-06

Untuk menguji signifikansi perbedaan preferensi secara statistik, dilakukan pengujian hipotesis menggunakan t-Test: *Paired Two Sample for Means*. Nilai probabilitas dua arah (p-value) hasil perhitungan disajikan pada analisis parameter kritis berikut.

Parameter warna

Berdasarkan data statistik, rata rata tingkat kesukaan panelis terhadap warna produk pengembangan mencapai 4,3875 ± 0,7376, lebih tinggi dibandingkan produk acuan yang hanya sebesar 4,1375 ± 0,8073. Hasil uji-t berpasangan menunjukkan nilai *P(T<=t) two-tail* sebesar 6,8211E-06, yang jauh lebih kecil dari taraf signifikansi 0,05. Hal ini mengindikasikan adanya perbedaan nyata secara signifikan pada aspek visual produk. Peningkatan skor ini menunjukkan bahwa modifikasi atau formulasi baru pada produk pengembangan berhasil memberikan daya tarik visual yang lebih baik di mata konsumen dibandingkan produk standar awal

Parameter Aroma

Parameter aroma memegang peranan krusial dalam menentukan kesan awal konsumen. Produk pengembangan memperoleh rerata skor 4,525 ± 0,6157, sementara produk acuan berada pada angka 4,4 ± 0,6079. Hasil analisis *paired t-test* menunjukkan nilai p-value sebesar 0,01745, yang berada di bawah ambang batas 0,05. Dengan demikian, terdapat perbedaan signifikan antara kedua produk tersebut. Aroma pada produk pengembangan dinilai lebih kuat atau lebih sesuai dengan preferensi panelis, yang kemungkinan besar dipengaruhi oleh stabilitas bahan aromatik yang digunakan dalam proses pengembangan

Parameter Rasa

Rasa merupakan faktor penentu utama dalam keberhasilan produk pangan. Data menunjukkan bahwa produk pengembangan memiliki rata-rata rasa sebesar 4,55 ± 0,6917, mengungguli produk acuan yang memiliki rata-rata 4,4 ± 0,7729. Melalui uji statistik, diperoleh nilai p-value sebesar 0,03301, yang berarti terdapat perbedaan nyata pada tingkat kesukaan rasa. Hal ini membuktikan bahwa formulasi pada tahap pengembangan berhasil meningkatkan palatabilitas produk, sehingga secara signifikan lebih disukai oleh panelis dibandingkan dengan produk acuan

Paratemer Tekstur

Pada parameter tekstur, terjadi peningkatan yang cukup mencolok dengan nilai rata-rata produk pengembangan sebesar 4,5625 ± 0,6530 dibandingkan produk acuan sebesar 4,275 ± 0,8109. Hasil uji-t memberikan nilai p-value sebesar 0,00020, yang menunjukkan adanya perbedaan yang sangat signifikan. Tekstur produk pengembangan dinilai lebih konsisten atau memiliki karakteristik fisik yang lebih memuaskan bagi panelis. Perbaikan tekstur ini menjadi poin krusial dalam menjamin kualitas produk saat dikonsumsi secara luas

Parameter keseluruhan

Secara umum, penerimaan panelis terhadap produk pengembangan secara keseluruhan mencapai nilai rata-rata tertinggi yaitu 4,6 ± 0,6079, sementara produk acuan hanya mencapai 4,2875 ± 0,6597. Konsistensi nilai rata-rata yang lebih tinggi pada semua parameter (warna, aroma, rasa, dan tekstur) berkontribusi langsung pada tingginya skor keseluruhan ini. Berdasarkan kriteria uji-t, karena nilai p-value pada setiap aspek menunjukkan hasil kurang dari 0,05, dapat disimpulkan bahwa produk pengembangan memiliki kualitas sensoris yang lebih unggul secara signifikan dibandingkan produk acuan. Hasil pada tahap *Disseminate* ini memberikan validasi kuat bahwa produk siap untuk dipasarkan atau disebarluaskan karena telah memenuhi ekspektasi preferensi konsumen

Diskusi

Secara keseluruhan, temuan pada tahap *Design*, *Develop*, dan *Disseminate* saling melengkapi dan menunjukkan pola yang konsisten: substitusi *puree* wortel sebesar 10% (Formula 1) merupakan titik optimal yang mampu menyeimbangkan fortifikasi gizi dengan mempertahankan karakteristik sensoris khas Quiche Lorraine. Konsistensi ini terlihat dari skor penerimaan yang stabil pada tahap *Design*, penilaian ahli yang positif pada tahap *Develop*, serta signifikansi statistik pada tahap *Disseminate* untuk seluruh parameter yang diuji.

Pola penurunan skor sensoris seiring meningkatnya persentase substitusi sejalan dengan temuan pada produk bakery berbasis tepung komposit lainnya. Substitusi tepung terigu dengan bahan nabati non-terigu pada umumnya menurunkan kemampuan pembentukan gluten, sehingga struktur produk menjadi kurang elastis dan renyah pada konsentrasi tinggi [13]. Pola serupa juga teramati pada substitusi tepung wortel untuk roti tawar, di mana peningkatan kadar air akibat penambahan bahan nabati menjadi faktor utama penurunan kualitas tekstur [7]. Kesesuaian pola ini memperkuat bahwa 10%

merupakan ambang batas substitusi yang relatif aman secara teknologi pangan untuk mempertahankan sifat *flaky crust* pada produk *pastry* berbasis tepung terigu.

Perlu ditegaskan bahwa klaim potensi produk sebagai sumber zat besi dan vitamin A dalam penelitian ini bersifat teoretis, didasarkan pada komposisi bahan baku (wortel, bayam, dan jamur kuping) yang menurut literatur mengandung beta-karoten, zat besi non-heme, vitamin D, dan seng [4], [8]. Penelitian ini belum melakukan analisis proksimat atau pengukuran kadar zat gizi mikro secara kimiawi pada produk akhir, sehingga besaran kontribusi gizi aktual terhadap kebutuhan harian remaja belum dapat dipastikan. Dengan demikian, istilah "kaya zat besi" pada penelitian ini merujuk pada potensi komposisi bahan, bukan hasil pengukuran gizi yang telah terverifikasi secara laboratorium.

Temuan bahwa penambahan bahan fungsional non-konvensional pada konsentrasi rendah hingga sedang masih dapat diterima secara sensoris juga konsisten dengan penelitian fortifikasi pangan lain, misalnya pada produk cake yang difortifikasi dengan tepung dan bubuk daun jambu biji, yang menunjukkan penerimaan optimal terjadi pada tingkat substitusi tertentu sebelum akhirnya menurun pada konsentrasi yang lebih tinggi [14]. Pola non-linear semacam ini menegaskan pentingnya optimasi bertahap sebagaimana dilakukan melalui model 4D pada penelitian ini, alih-alih menetapkan persentase fortifikasi secara sembarangan.

Dari sisi implikasi praktis, produk pengembangan ini berpotensi menjadi kudapan alternatif yang mendukung edukasi gizi dan diversifikasi pangan bagi remaja putri, terutama sebagai pelengkap dan bukan pengganti program suplementasi Tablet Tambah Darah yang telah berjalan. Karakteristik sensorisnya yang disukai panelis menjadi nilai tambah untuk mendorong konsumsi pangan sumber zat besi nabati yang selama ini kurang diminati remaja.

Penelitian ini memiliki sejumlah keterbatasan yang perlu menjadi perhatian pada penelitian lanjutan. Pertama, tidak dilakukan analisis kandungan gizi kimiawi seperti kadar zat besi, vitamin A, dan senyawa antigizi pada produk akhir, sehingga klaim fungsional belum didukung data laboratorium. Kedua, validasi pada tahap *Develop* hanya melibatkan dua orang panelis ahli, jumlah yang relatif terbatas untuk generalisasi kelayakan produk. Ketiga, uji penerimaan pada tahap *Disseminate* mengukur preferensi sensoris, bukan dampak fisiologis terhadap status zat besi atau kadar hemoglobin remaja secara aktual. Keempat, penelitian belum menguji stabilitas produk selama penyimpanan (*shelf-life*), yang penting untuk kelayakan produksi dan distribusi pada skala komersial.

Penelitian selanjutnya disarankan untuk melengkapi temuan ini dengan analisis proksimat dan pengukuran kadar zat besi aktual pada Formula 1, uji stabilitas simpan produk, serta idealnya studi intervensi untuk menilai efektivitas produk terhadap indikator status besi pada remaja putri, sebelum produk ini direkomendasikan secara lebih luas sebagai bagian dari strategi pencegahan anemia.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa pengembangan Quiche Lorraine dengan substitusi *puree* wortel 10% pada kulit serta penambahan bayam dan jamur kuping pada isian berhasil menciptakan produk pangan fungsional yang sangat diterima oleh remaja,. Melalui model pengembangan 4D, formula

F1 terbukti menjadi titik optimal yang mempertahankan karakteristik *flaky crust* sekaligus meningkatkan nilai gizi,. Efektivitas produk ini divalidasi pada tahap *Disseminate* melalui uji sensoris terhadap 80 panelis yang menunjukkan peningkatan kualitas yang signifikan dibandingkan produk acuan ($p < 0,05$) pada seluruh parameter,. Secara spesifik, warna produk pengembangan dinilai lebih menarik secara visual ($p = 0,000006$) karena pengaruh pigmen karotenoid wortel, sementara aroma ($p = 0,017$) dan rasa ($p = 0,033$) menunjukkan tingkat palatabilitas yang lebih tinggi bagi selera remaja. Selain itu, tekstur produk mengalami perbaikan yang sangat signifikan ($p = 0,0002$) karena konsistensi adonan yang lebih memuaskan, yang secara akumulatif menghasilkan skor keseluruhan yang lebih unggul dibandingkan produk standar. Prospek pengembangan hasil penelitian ini sangat potensial untuk diimplementasikan sebagai produk komersial pangan sehat dalam program preventif anemia remaja putri karena menggunakan bahan lokal yang ekonomis namun padat nutrisi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada ibu Fitri Rahmawati selaku dosen pembimbing yang telah bersedia memberikan bimbingan dan arahan, sehingga penelitian ini dapat berjalan dengan baik. Terima kasih kepada panelis yang telah bersedia meluangkan waktunya untuk melakukan uji organoleptik terhadap produk acuan dan pengembangan, serta seluruh pihak yang telah membantu dalam penyususnan artikel ini.

REFERENSI

[1] Kementerian Kesehatan RI, *Laporan Nasional Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) 2018*, Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan, Jakarta, 2019. https://www.badankebijakan.kemkes.go.id/

[2] Kementerian Kesehatan RI, *Survei Kesehatan Indonesia (SKI) 2023*, Badan Kebijakan Pembangunan Kesehatan, Jakarta, 2024. https://www.badankebijakan.kemkes.go.id/

[3] S. S. S. S. Arisman, *Buku Ajar Ilmu Gizi: Gizi dalam Daur Kehidupan*, edisi ke-2. Jakarta: EGC, 2014.

[4] B. Kolarš, "Iron Deficiency and Iron Deficiency Anemia: A Comprehensive Overview of Established and Emerging Concepts," *Pharmaceuticals*, vol. 18, no. 8, p. 1104, Aug. 2025. https://www.mdpi.com/1424-8247/18/8/1104

[5] A. Nurrohmah, "Studi kejadian anemia pada remaja putri berdasarkan Indeks Massa Tubuh (IMT)," *Jurnal Kebidanan Indonesia*, vol. 15, no. 1, pp. 26–36, Jan. 2024. https://jurnal.stikesmus.ac.id/index.php/JKebIn/article/download/1556/629

[6] A. Frydrych, K. Kulita, K. Jurowski, and W. Piekoszewski, "Lipids in Clinical Nutrition and Health: Narrative Review and Dietary Recommendations," *Foods*, vol. 14, no. 3, p. 473, Jan. 2025. https://www.mdpi.com/2304-8158/14/3/473

[7] S. Salfiana, N. M. N. S. Hardiyanti, and R. Ramlah, "Pengaruh Substitusi Tepung Wortel (Daucus carota L.) Terhadap Karakteristik Mutu Fisik, Kimia, dan Organoleptik Roti Tawar Berfungsi Tinggi," *Jurnal Teknologi Pangan*, vol. 18, no. 1, pp. 12–22, 2024. http://journal.uny.ac.id/index.php/hej

[8] M. Garutti, "Vitamins and minerals and their role in cancer: a comprehensive review," *Frontiers in Nutrition*, vol. 12, p. 1686777, Jan. 2025. https://www.frontiersin.org/journals/nutrition/articles/10.3389/fnut.2025.1686777/full

[9] M. Liu, "Sustainable Cultivation and Functional Bioactive Compounds of Auricularia Mushrooms: Advances, Challenges, and Future Prospects," *Biology*, vol. 14, no. 11, p. 1555, Nov. 2025. https://www.mdpi.com/2079-7737/14/11/1555

[10] Z. Qin, "Enhancing the Nutritional Value and Antioxidant Activity of Auricularia polytricha Through Efficient Utilization of Agricultural Waste," *Scientific Reports*, vol. 14, p. 12687, 2024. https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12687564/

[11] E. H. Son, "Effects of the Intestinal Status and Clinical Factors of Korean Middle-Aged People Through the Consumption of Functional Foods Containing Auricularia auricula-judae Powder," *Clinical Nutrition Research*, vol. 13, no. 2, pp. 114–125, Apr. 2024. https://e-cnr.org/journal/view.php?number=395

[12] S. Thiagarajan, D. S. Semmel, and M. I. Semmel, *Instructional Development for Training Teachers of Exceptional Children: A Sourcebook*, Central Midwestern Regional Educational Lab, Bloomington, IN, 1974. https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED090387.pdf

[13] M.-A. Poiana, E. Alexa, I. Radulov, D.-N. Raba, I. Cocan, and M. Negrea, "Strategies to Formulate Value-Added *Pastry* Products from Composite Flours Based on Spelt Flour and Grape Pomace Powder," *Foods*, vol. 12, no. 17, p. 3239, Sep. 2023. https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10487000/

[14] A. Chowdhury and F. T. J. Bithi, "Fortification of Cakes with Guava (*Psidium guajava*) Fruit and Leaf Powders: Effects on Nutritional Quality, Bioactive Compounds, Antioxidant Activity, and α-Amylase Inhibition" *Journal of Food Innovation, Nutrition, and Environmental Sciences*, vol. 3, no. 1, pp. 45–56, 2024. https://jfines.org/index.php/jfines/article/view/130