Kadar Protein, Zat Besi, dan Tingkat Kesukaan *Crackers* Biji Labu Kuning-Bayam

Fadilla Arsy Arsyafaat, Hersanti Sulistyaningrum*, Addina Rizky Fitriyanti, Erma Handarsari

Program Studi S1 Ilmu Gizi FIKKES Universitas Muhammadiyah Semarang, Indonesia
*koresponden author: Santi.totw@gmail.com

ABSTRACT

This study produced non-flaky crackers using local ingredients such as yellow pumpkin seeds and spinach, which are high in protein and iron. This study aims to determine the effect of adding yellow pumpkin seed flour and spinach flour on protein content, iron content, and the acceptability of non-flaky crackers. The study used a Completely Randomized Design (CRD) with four treatment groups: P0 (0%:0%), P1 (20%:5%), P2 (40%:10%), and P3 (60%:15%). Each treatment was repeated six times. Protein content was determined using the Kjeldahl method and iron content using UV-Vis, and the data were analyzed using one-way ANOVA. Acceptability was assessed using a hedonic scale with 30 semi-trained panelists and analyzed using Friedman. Treatment P3 yielded the highest results (18.5% ± 0.29 protein; 8.68 mg/100 g ± 0.48 iron), while P0 had the lowest (11.1% ± 0.35 protein; 1.97 mg/100 g ± 0.35 iron). The results showed that adding yellow pumpkin seed flour and spinach flour significantly affected protein content, iron content, and acceptability (taste, aroma, color, overall), but not texture parameters. The most preferred treatment and optimal formulation was P2.

Keywords*: iron content, non-flaky crackers, protein content, spinach flour, yellow pumpkin seed flour*

Submitted:2026-02-24 Accepted:2026-08-19 Published: November 2026 Pages: 116-131

PENDAHULUAN

Prevalensi anemia secara umum pada usia remaja (15-24 tahun) tercatat sebesar 15,5% (dengan rincian 18% pada remaja putri dan 14,4% pada remaja putra) di Indonesia berdasarkan SKI 2023 (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2024). Salah satu langkah yang dilakukan untuk mencegah terjadinya anemia adalah dengan memberikan suplemen tablet zat besi, namun belum optimal karena tingkat kepatuhan rendah. Oleh karena itu perlu adanya dukungan intervensi berbasis makanan atau perbaikan diet dengan konsumsi makanan yang mengandung protein dan zat besi pada remaja.

Remaja memiliki kecenderungan banyak mengonsumsi makanan ringan dikarenakan banyak varian produk yang ditawarkan, mudah dijangkau, dapat dikonsumsi kapan saja, dan memiliki masa simpan yang panjang (Hafiza, Utami, 2020). Data Badan Ketahanan Pangan Indonesia tahun 2020 menunjukkan adanya peningkatan konsumsi roti kering seperti *crackers*, dari 19.449 kg/kapita/tahun pada 2016 menjadi 22.834 kg/kapita/tahun di tahun 2020. Hal ini menunjukkan bahwa crackers berpotensi sebagai produk yang digemari remaja. Salah satu

bentuk *crackers* adalah *Non flaky crackers* yang terbuat dari tepung terigu protein rendah, margarin, garam, air, dan ragi sehingga memiliki nilai gizi protein dan zat besi yang rendah. Oleh karena itu perlu adanya peningkatan nilai gizi khususnya zat besi dan protein (salmin *et al*., 2024) yang dapat diperoleh dari bayam dan biji labu kuning.

Biji labu kuning adalah bagian dari golongan bahan pangan nabati yang selama ini jarang dimanfaatkan dalam olahan pangan, sebagian besar masyarakat hanya memanfaatkan buahnya saja. Setiap 100 gram biji labu kuning mengandung energi sebesar 559 kkal, dengan komposisi gizi meliputi protein 30,23 g, lemak 49,09 g, karbohidrat 10,71 g, serta mineral seperti zat besi 7,16 mg dan seng (zink) 7,81 mg (*United States Department of Agriculture* (USDA, 2019). Pengolahan pangan alternatif dengan menjadikan biji labu kuning sebagai tepung bertujuan untuk meningkatkan mutu bahan makanan yang jarang dimanfaatkan dengan mengunggulkan nilai gizinya. Penelitian Rianita, 2019 menunjukkan bahwa biskuit dengan penambahan tepung biji labu kuning dan tepung oncom masing-masing sebesar 15% dapat meningkatkan kandungan protein biskuit menjadi 12,7 g dan zat besi 8.27 mg.

Bayam (*Amaranthus H.L*) memiliki kandungan zat besi yang cukup tinggi, yakni sebesar 3,9 mg/ 100 g, serta protein 3,5 gram/ 100 g (Setiarto, et al., 2022). bayam merupakan sumber serat yang baik, harganya terjangkau, dan siklus panen yang singkat, (satu bulan) (Anggraini et al., 2019). Bayam memiliki daya simpan yang singkat karena kandungan air yang tinggi yaitu 87%, sehingga inovasi tepung bayam menjadi pilihan karena memperpanjang daya simpan dan mudah dikombinasikan dengan bahan lain. Penelitian (Faridah, 2014) penambahan tepung bayam sebagai fortifikasi Fe pada *cookies* menunjukkan bahwa bayam yang diblansir dan dikeringkan menghasilkan kadar Fe tertinggi (15,95 mg), dibandingkan bayam segar (11,53 mg) dan tanpa bayam (10,85 mg).

Perubahan komposisi ini dapat mempengaruhi penerimaan konsumen terhadap produk karena dipengaruhi oleh rangsangan dari indra perasa, penglihatan, penciuman, dan pendengaran. Itulah mengapa uji tingkat kesukaan atau *hedonic test* penting untuk dilakukan. Uji ini bertujuan untuk mengukur sejauh mana konsumen menyukai atau menerima suatu produk makanan, baik dari segi rasa, aroma, tekstur, maupun penampilan visual (Triandini & Wangiyana, 2022). Berdasarkan persyaratan dari BPOM mengenai kandungan pangan olahan terutama pada klaim tinggi protein apabila kandungannya 35% dan tinggi zat besi yaitu 30% (BPOM, 2016).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan tepung biji labu kuning dan tepung bayam terhadap kadar protein, zat besi, dan tingkat kesukaan *non flaky crackers*.

METODE PENELITIAN

Jenis dan Desain Penelitian

Jenis Penelitian yang digunakan adalah penelitian eksperimen Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan total 4 perlakuan diantaranya 1 perlakuan kontrol dan 3 perlakuan lainnya terdapat penambahan tepung biji labu kuning dan tepung bayam. Setiap formulasi dilakukan sebanyak 6 kali ulangan sehingga berdasarkan perhitungan menggunakan rumus federer keseluruhan terdapat 24 sampel.

Tempat dan Waktu Penelitian

Proses pembuatan tepung biji labu kuning, tepung bayam, serta *non flaky crackers* dilaksanakan di Laboratorium Pengolahan Pangan, analisis kadar protein dan zat besi dilakukan di Laboratorium Analisa Zat Gizi, serta uji tingkat kesukaan dilakukan di Laboratorium Organoleptik, Fakultas Ilmu Keperawatan dan Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Semarang. Penelitian ini berlangsung dari bulan Januari hingga Agustus 2025.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan untuk membuat *non flaky crackers* yaitu biji labu kuning parang (*Cucurbita moshcata*), bayam hijau cabut (*Amaranthus hybridus L.*), tepung terigu protein rendah, margarin, garam, *baking powder*, ragi, susu skim bubuk, gula halus, keju cheddar, tepung maizena, dan air. Alat yang digunakan dalam proses pembuatan *non flaky crackers* yaitu oven, timbangan digital, mangkuk sedang dan kecil, sendok, garpu, pisau, rolling pin, loyang, ayakan, nampan, sarung tangan plastik, kain, *cabinet dryer*, blender, dan saringan.

Bahan yang digunakan dalam analisis kadar protein yaitu sampel *non flaky crackers*, H_2SO_4, NaOH 40%, aquades, larutan asam borat, HCl 0,02 N, Indikator MO. Alat yang digunakan yaitu timbangan, tabung kjeldahl, alat pemanas, labu destilasi, tabung kondensor, dan erlenmeyer.

Bahan yang digunakan dalam analisis kadar zat besi yaitu sampel *non flaky crackers*, aquades, $K_2S_2O_8$ 8%, H_2SO_4 4N, KSCN 10%, larutan induk besi (Fe) 100 ppm, larutan standar Fe (2,4,6,8,10 ppm). Alat yang digunakan yaitu perangkat kerja *spektrofotometer Uv-Vis*, *mapple*, kompor, gelas kimia, spatula, pipet mikro, pipet 5 ml dan 10 ml, pipet tetes, batang pengaduk, labu ukur 100 ml, dan tabung reaksi.

Bahan untuk menguji tingkat kesukaan adalah sampel *non flaky crackers* yang sudah dikemas dan siap untuk di diuji, dan air mineral. Alat yang digunakan yaitu kertas parameter skoring, dan bolpoin.

Prosedur pembuatan Tepung Biji labu kuning, Tepung Bayam dan *Non Flaky Crackers*

Proses pembuatan tepung biji labu kuning diawali dengan biji labu kuning dicuci dan sortasi biji. Pengupasan kulit ari putih. Pengeringan menggunakan *cabinet dryer* pada suhu 60°C selama 8 jam. Penghalusan dengan blender, lalu diayak menggunakan saringan 60 mesh. Bagian yang belum lolos ayakan dihaluskan kembali hingga diperoleh tepung yang halus dan seragam (Sudarta, 2019).

Proses pembuatan tepung dengan sortasi agar bahan baku berkualitas kemudian dilakukan pencucian dan ditiriskan. Setelah pelayuan pada suhu ruang (27°C) selama 3 jam, daun kemudian dirajang dan dilakukan pengeringan menggunakan *cabinet dryer* pada suhu 60°C selama 18 jam. Penghalusan menggunakan blender, lalu diayak dengan saringan 20 mesh. Bagian yang belum lolos ayakan dihaluskan kembali hingga diperoleh tepung yang homogen.

Proses pembuatan *non flaky crackers* penambahan tepung biji labu kuning dan tepung bayam yaitu seluruh bahan dicampur menggunakan mixer lalu diuleni hingga kalis. Adonan kemudian difermentasi selama 30 menit pada suhu ruang dengan ditutup kain. Setelah mengembang, adonan dikempiskan dan dipipihkan hingga setebal 5 mm menggunakan pasta *roller*. Selanjutnya, adonan dicetak dengan ukuran 6 × 4 cm, lalu dipanggang pada suhu 130°C selama 15 menit. Berikut formulasi perlakuan dalam pembuatan *non flaky crackers* penambahan tepung biji labu kuning dan tepung bayam :

Tabel 1. Formulasi *Non flaky Crackers*

Bahan	P0	P1	P2	P3
Bahan Baku Utama		**(g)**		
Tepung terigu protein rendah	100	100	100	100
Tepung biji labu kuning	0	20	40	60
Tepung bayam	0	5	10	15
Bahan Pendukung		**(%)**		
Margarin	24	24	24	24
Garam	3	3	3	3
Baking powder	2	2	2	2
Ragi	2	2	2	2
Susu skim bubuk	12	12	12	12
Gula halus	2	2	2	2
Keju *Cheddar*	32	32	32	32
Tepung maizena	10	10	10	10

% berdasarkan total tepung
Sumber resep Fahreina (2018) dengan modifikasi

Prosedur Uji kadar Protein

Analisis kadar protein dilakukan menggunakan metode Kjeldahl sesuai dengan standar AOAC (2005), meliputi tiga tahapan yakni destruksi, distilasi, dan titrasi. Pada tahap destruksi, sekitar ±0,05 g sampel dimasukkan ke dalam labu destruksi, ditambahkan katalis selenium dan

2 ml H_2SO_4 pekat, lalu dipanaskan dalam ruang asam dengan kemiringan 45° hingga larutan jernih, kemudian didinginkan. Selanjutnya, tahap destilasi dilakukan dengan hasil destruksi ditambahkan aquades sedikit demi sedikit lalu masukan ke dalam labu destilat ditambahkan 10 ml NaOH 40% dan 3 tetes indikator PP dan dipanaskan. erlenmeyer isi dengan 5 ml asam borat dan 3 tetes indicator MO (*Methyl Orange*) diletakkan di bawah corong destilasi hingga selesai jika volume dalam erlenmeyer ±20 ml. Penitrasian dengan HCl 0,02 N sampai terjadi perubahan warna menjadi merah (warna asam borat semula).

Rumus kadar protein :

$$\% \text{ N} = \frac{(\text{ml HCl bahan} - \text{ml blanko}) \times \text{N HCl} \times 14.007}{\text{Mg sampel}} \times 100\%;\ \% \text{ protein} = \% \text{ N} \times \text{Faktor Konversi sayur (6,25)}$$

Prosedur Uji kadar Zat besi

Pengujian kadar zat besi mengacu pada (Ohi *et al*., 2020) dengan metode *spektrofotometer Uv-Vis*. Sebanyak ±2 gram sampel *non flaky crackers* yang sudah melalui proses destruksi, kemudian abunya dilarutkan dalam aquades, dihomogenkan, dan dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL hingga mencapai volume batas. Selanjutnya, sebanyak 1000 µL larutan sampel diambil, dimasukkan ke dalam tabung reaksi, dan ditambahkan larutan $K_2S_2O_8$ 8%, H_2SO_4 4N, KSCN 10%, serta akuades. Campuran tersebut kemudian dianalisis menggunakan *spektrofotometer UV-Vis*, Larutan induk besi 1000 ppm dengan melarutkan 100 mg Fe dalam 100 mL pelarut, lalu diencerkan hingga diperoleh larutan standar 100 ppm. Masing-masing diambil 0,695; 1,38; 2,08; 2,77; dan 3,47 ml dari larutan standar diambil dan diencerkan hingga 50 mL. Absorbansi tiap larutan diukur sebagai larutan Ws (*Working solution*) menggunakan *spektrofotometer UV-Vis* pada panjang gelombang 546 nm.

Nilai absorbansi Ws yang dihasilkan digunakan untuk menentukan kurva kalibrasi. Hitung kadar zat besi berdasarkan hasil absorbansi ke dalam kurva kalibrasi Ws (Novitaroh, 2022).

Konsentrasi Fe dalam sampel dapat diketahui dari adsorbansinya :

$$\text{Kadar Fe (mg)} = \frac{\text{absorbansi sampel}}{\text{absorbansi}} \times \text{standar}$$

Uji Tingkat kesukaan

Uji tingkat kesukaan ini sudah mendapatkan izin dari komisi etik penelitian kesehatan Fikkes dengan nomer 281/KE/04/2025. Uji tingkat kesukaan dengan kuisioner skala hedonic dilakukan pada 30 panelis semi terlatih. Penilaian dilakukan menggunakan skala *likert* dengan rentang skor 1-5 dimana nilai 5 (sangat suka), 4 (suka), 3 (agak suka), 2 (tidak suka), dan 1 (sangat tidak suka) (ISO 13299, 2016). Parameter yang dinilai meliputi warna, aroma, rasa, tekstur, dan *overall* yang dihasilkan dari setiap perlakuan.

Analisis Data

Analisis dengan uji *One Way Anova* untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap variabel tersebut, dengan tingkat signifikansi p ≤ 0,05. Diuji lanjut menggunakan *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) signifikansi 95% untuk melihat perbedaan tiap kelompok. Data hasil uji tingkat kesukaan *non-flaky crackers* dianalisis menggunakan uji Friedman non-parametrik. Data yang berpengaruh signifikan, dilanjutkan dengan uji Wilcoxon guna mengetahui perbedaan antar perlakuan. Penentuan formulasi terbaik dilakukan menggunakan pendekatan *Naive Bayes Classifier*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Kadar Protein

Hasil analisis kadar protein pada *non-flaky crackers* dengan penambahan biji labu kuning dan tepung bayam dapat dilihat pada Tabel 2. Kadar protein memiliki nilai minimal 10,6% dan nilai maksimal 19,1%. Rata-rata kadar protein terendah terletak pada perlakuan P0, yaitu 11,1% ± 0,35, dan rata-rata kadar protein tertinggi pada perlakuan P3 dengan nilai 18,5% ± 0,29. Hasil uji Anova menunjukkan adanya pengaruh yang sangat signifikan (p = 0,000). Selanjutnya dilakukan uji lanjut Duncan's Multiple Range Test (DMRT) dan didapatkan hasil terdapat perbedaan yang signifikan pada tiap kelompok perlakuan. Kadar protein pada *non flaky crackers* mengalami peningkatan seiring dengan proporsi penambahan tepung biji labu kuning dan tepung bayam. Peningkatan kadar protein ini lebih disebabkan oleh penambahan tepung biji labu kuning karena bahan tersebut merupakan sumber protein tinggi, yaitu mengandung sebanyak 35,30 g protein (Syam, 2023), dibandingkan dengan tepung bayam hijau yang hanya mengandung protein 3,05 g (Rahmawati, 2020) oleh karena itu tepung biji labu kuning memberikan kontribusi yang lebih signifikan terhadap peningkatan kadar protein pada produk akhir.

Berdasarkan hasil analisis kandungan protein, semua perlakuan P0, P1, P2, dan P3 sudah memenuhi syarat SNI 2973 2011 mutu *non flaky crackers* yaitu minimum 5%. Satu keping *non flaky crackers* dengan berat 7 gram mengandung protein sebesar 1,15 gram.

Tabel 2. Hasil Analisis Kadar Protein dalam 100 g Produk

Perlakuan	Kadar Protein (%)		Rata-rata ±SD
	Nilai Minimum	Nilai Maximum	
P0	10,6	11,5	11,1±0,35[a]
P1	13,3	14,4	13,8±0,44[b]
P2	16,1	16,7	16,4±0,22[c]
P3	18,2	19,1	18,5±0,29[d]
p-value			0,000*

Keterangan : Tanda (*) menunjukkan pengaruh signifikan menggunakan uji *Anova*. Notasi huruf yang berbeda pada kolom menunjukkan perbedaan yang signifikan (p<0,05) berdasarkan uji lanjut *Duncan*.

Jika dikonsumsi sebanyak 8 keping (untuk selingan pagi dan sore) dengan total berat 56 gram, maka dapat memberikan asupan protein sebesar 9,18 gram. Jumlah ini setara dengan 15% dari kebutuhan protein harian, dengan mempertimbangkan bahwa kebutuhan protein harian remaja perempuan usia 14–18 tahun adalah 60 gram (Permenkes RI, 2019). Maka konsumsi 8 keping *non flaky crackers* sudah cukup membantu mencukupi kebutuhan protein dari makanan selingan.

Protein pada biji labu kuning yang tinggi tersusun oleh asam amino diantaranya asam amino esensial yang berpotensi memengaruhi karakteristik fisik produk seperti: leusin 16,51 mg/kg, lisin 7,05 mg/kg, isoleusin 8,50 mg/kg, valin 10,79 mg/kg, fenilalanin 10,99 mg/kg, dan histidin 11,74 mg/kg (Kim Y, 2012). Asam amino esensial terutama leusin dan lisin dapat memberikan pengaruh meningkatkan daya ikat air dalam adonan, membentuk tekstur yang lebih kokoh namun tetap renyah, serta sedikit berperan dalam pembentukan aroma dan warna alami yang lebih menarik secara visual (Shen et al., 2019).

B. Kadar Zat besi

Hasil analisis kadar zat besi pada *non flaky crackers* penambahan biji labu kuning dan tepung bayam dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil Analisis Kadar Zat Besi dalam 100 g Produk

Perlakuan	Kadar Zat besi (mg/100 g)		Rata-rata ±SD
	Nilai Minimum	Nilai Maximum	
P0	1,62	2,55	1,97±0,35[a]
P1	3,95	4,88	4,34±0,35[b]
P2	6,97	7,44	7,28±0,18[c]
P3	8,14	9,53	8,68±0,48[d]
p-value			0,000*

Keterangan : Tanda (*) menunjukkan pengaruh signifikan menggunakan uji *Anova*. Notasi huruf yang berbeda pada kolom menunjukkan perbedaan yang signifikan (p<0,05) berdasarkan uji lanjut *Duncan*.

Berdasarkan Tabel 3, kadar zat besi memiliki nilai minimal 1,62 mg/100 g dan maksimal 9,53 mg/100 g. Rata-rata kadar zat besi pada *non-flaky* crackers dengan penambahan tepung biji labu kuning dan tepung bayam terendah terletak pada perlakuan P0, yaitu 1,97 mg/100 g ± 0,35, dan rata-rata kadar zat besi tertinggi pada perlakuan P3 dengan nilai 8,68 mg/100 g ± 0,48. Hasil uji *Anova* menunjukkan adanya pengaruh yang sangat signifikan (p=0,00). Selanjutnya dilakukan uji lanjut *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) dan didapatkan hasil terdapat perbedaan yang signifikan pada tiap kelompok perlakuan.

Kandungan zat besi dalam produk *non flaky crackers* menunjukkan tren peningkatan seiring bertambahnya proporsi tepung biji labu kuning dan bayam yang digunakan dalam formulasi. Hal ini disebabkan oleh tingginya kadar zat besi dalam kedua bahan tersebut, di mana tepung biji labu kuning mengandung sekitar 7,16 mg/100 g (Syam et al., 2023)dan tepung bayam mengandung 1,80 mg/100 g (Rahmawati, 2020).

Mengacu pada Acuan Label Gizi (ALG) harian sebesar 14 mg, konsumsi 8 keping *non flaky crackers* (total 56 gram) mampu memberikan kontribusi sebesar 29% dari nilai ALG, yang berarti produk ini telah memenuhi kriteria sebagai makanan dengan klaim "tinggi zat besi" (BPOM, 2016). Setiap keping *non flaky crackers* berbobot 7 gram mengandung zat besi sebanyak 0,51 mg. Sementara itu, kebutuhan zat besi harian remaja putri berusia 14 -18 tahun berkisar antara 8-18 mg (AKG, 2019). Dengan asumsi bahwa makanan selingan menyumbang 15% dari kebutuhan harian, maka konsumsi 8 keping *non flaky crackers* (pagi dan sore hari) dapat memenuhi kebutuhan zat besi harian. Dengan demikian, produk ini berpotensi menjadi alternatif pangan fungsional yang mendukung pemenuhan zat besi harian, khususnya bagi kelompok remaja putri. Sejalan dengan penelitian Sita pramesti, 2020 bahwa penambahan bayam hijau dapat berpengaruh secara signifikan terhadap uji kadar zat besi roti kering, semakin bayak penambahan bayam semakin tinggi kadar zat besi dimana pada perlakuan F0 sebesar 6,09 mg/100 g roti kering dan F3 sebesar 20.46 mg/ 100 g roti kering

C. Tingkat kesukaan

Uji skala hedonik ini terbukti efektif dan umum digunakan dalam evaluasi sensori produk inovatif berbasis pangan lokal (Njume et al., 2021). Berikut hasil uji tingkat kesukaan pada *non flaky crackers* dengan penambahan tepung biji labu kuning dan tepung bayam dapat dilihat sebagai berikut :

Tabel 4. Hasil Analisis uji tingkat kesukaan

Uji Tingkat kesukaan	**Penambahan tepung biji labu kuning dan tepung bayam**				
	P0 (0%:0%)	**P1 (20%:5%)**	**P2 (40%:10%)**	**P3 (60%:15%)**	***p value****
Warna	4,10±0,75^{a}	4,33±0,75^{a}	3,67±0,75^{b}	3,43±0,93^{b}	0,000
Aroma	4,27±0,74^{a}	3,63±0,96^{bc}	3,83±0,74^{b}	3,40±0,81^{c}	0,000
Rasa	4,17±0,74^{ab}	3,80±0,84^{a}	4,23±0,56^{b}	3,33±0,84^{c}	0,000
Tekstur	3,90±0,84^{a}	3,97±0,96^{a}	4,23±0,67^{a}	3,80±0,96^{a}	0,191
Overall	4,13±0,62^{a}	3,97±0,89^{a}	4,10±0,60^{a}	3,53±0,77^{b}	0,004

Keterangan : Tanda (*) menunjukkan hasil p-value uji *Friedman.* Notasi huruf yang berbeda pada baris menunjukkan perbedaan yang signifikan (p<0,05) berdasarkan uji lanjut Wilcoxon.

Warna

Berdasarkan hasil uji statistik *Friedman* diketahui p = 0,000 menunjukkan adanya pengaruh yang sangat signifikan penambahan tepung biji labu kuning dan tepung bayam terhadap tingkat kesukaan warna *non flaky crackers*. Uji lanjut Wilcoxon menunjukkan bahwa tingkat kesukaan warna *non flaky crackers* perlakuan kontrol (P0) tidak berbeda signifikan terhadap P1, namun berbeda signifikan dengan P2 dan P3.

Non flaky crackers perlakuan kontrol (P0) berwarna kuning karena pengaruh dari bahan keju dan susu skim, sedangkan *non flaky crackers* perlakuan P1 memiliki warna kuning dengan bintik kehijauan dikarenakan pengaruh penambahan tepung biji labu kuning dan tepung bayam, perlakuan P2 dan P3 lebih dominan berwarna hijau dikarenakan penambahan tepung biji labu kuning dan tepung bayam yang semakin banyak. Warna hijau tersebut berasal dari kandungan klorofil dalam tepung bayam juga dari kulit selaput pada tepung biji labu kuning. Selama proses pemanggangan, klorofil dapat mengalami degradasi akibat suhu tinggi, menyebabkan pelepasan ion magnesium dan membentuk feoklorofil yang mengubah warna menjadi hijau zaitun. Jika pemanasan terus berlanjut, feoklorofil akan menjadi feoforbid yang berwarna coklat (Medina et al., 2015). Proses ini juga disertai reaksi oksidasi dan hidrolisis yang dapat menurunkan intensitas warna hijau serta kandungan antioksidannya (Rodriguez & Delia, 2019) Selain itu, warna kecokelatan yang muncul pada permukaan *non flaky crackers* juga dipengaruhi oleh reaksi *Maillard*, yaitu reaksi antara gula pereduksi dan asam amino selama pemanggangan, yang menghasilkan senyawa berwarna cokelat dan memengaruhi karakteristik visual produk (Anggraeni melati, 2017).

Aroma

Berdasarkan hasil uji statistik Friedman diketahui p = 0,000 menunjukkan adanya pengaruh yang signifikan penambahan tepung biji labu kuning dan tepung bayam terhadap tingkat kesukaan aroma *non flaky crackers*. Uji lanjut Wilcoxon menunjukkan bahwa tingkat kesukaan aroma *non flaky crackers* perlakuan P1 berbeda signifikan dengan perlakuan P0, namun tidak berbeda signifikan dengan P2 dan P3.

Pada perlakuan kontrol atau P0 *non flaky crackers* cenderung beraroma gurih mentega, keju dan, susu. Mentega menghasilkan senyawa volatil seperti diacetyl (2,3-butanedione) yang memberikan aroma khas *buttery* dan *creamy* (Yavuz et al., 2021). Keju mengandung senyawa seperti 2-heptanone dan 2-nonanone, yang memberikan karakteristik aroma tajam dan gurih khas keju matang (Andreanne et al., 2017) Sementara itu, susu berkontribusi melalui senyawa lactose (δ-decalactone dan γ-

decalactone), yang memberi aroma manis dan *creamy* seperti susu segar (Zhu & Zuobing, 2017). Pada perlakuan P1 dan P2, aroma gurih masih dominan, namun mulai muncul aroma bayam yang samar. Aroma ini timbul dari senyawa volatil yang terdapat dalam daun bayam, khususnya kelompok aldehid C6 seperti cis-3-hexenal dan hexanal, yang dikenal menghasilkan aroma *green notes* atau kesan segar khas sayuran hijau, dengan karakter sedikit langu (Aguiar j et al., 2021).

Rasa

Berdasarkan hasil uji statistik *Friedman* diketahui p = 0,000 menunjukkan adanya pengaruh yang sangat signifikan penambahan tepung biji labu kuning dan tepung bayam terhadap tingkat kesukaan rasa *non flaky crackers*. Uji lanjut *Wilcoxon* menunjukkan bahwa tingkat kesukaan rasa *non flaky crackers* perlakuan kontrol (P0) tidak berbeda signifikan terhadap perlakuan P1 dan P2, namun berbeda signifikan dengan perlakuan P3.

Non flaky crackers perlakuan kontrol (P0) memiliki rasa dominan gurih keju, yang berasal dari bahan tambahan seperti keju *cheddar* dan susu skim. Pada kelompok perlakuan P1, P2, dan P3, semakin tinggi penambahan tepung bayam maka semakin kuat rasa khas bayam yang terdeteksi. Rasa bayam ini cenderung memiliki kesan langu, sedikit pahit, yang berasal dari senyawa bioaktif seperti saponin, flavonoid, dan senyawa fenolik lainnya yang secara alami terdapat pada daun bayam (Kaliyaperumal & Randhika, 2020). Senyawa ini umumnya memiliki fungsi antioksidan, namun dapat memberikan sensasi rasa getir atau pahit pada produk makanan jika digunakan dalam jumlah bayak.

Rasa pahit yang juga muncul pada *non flaky crackers* dengan permukaan lebih cokelat dapat berasal dari reaksi *Maillard*, yakni reaksi antara gula pereduksi dan asam amino selama pemanggangan yang menghasilkan senyawa melanoidin penyebab warna gelap dan rasa sedikit pahit produk (Anggraeni melati, 2017). Selain itu, pemanggangan juga mempengaruhi senyawa klorofil dalam bayam. Suhu tinggi menyebabkan klorofil terdegradasi menjadi feoklorofil dan pheophytin dapat memberikan *after taste* sedikit pahit (Rodriguez & Delia, 2019).

Pada biji labu kuning mengandung senyawa seperti asam lemak bebas (*free fatty acids*), sterol, dan senyawa volatil ringan seperti aldehid dan alkohol, yang memberikan rasa kacang-kacangan ringan (*nutty*), namun relatif netral dan mudah menyatu dengan rasa dari bahan lain seperti tepung terigu dan keju (Vinayashree and Vasu, 2021). Oleh karena itu, rasa dari biji labu kuning dalam *non flaky crackers* cenderung tidak dominan,

dan berperan sebagai penyeimbang rasa daripada komponen utama penentu *flavor.* Meskipun semakin bayak penambahan bayam akan semakin memperkuat rasa pahit dan langu, penambahan kisaran 5-10 gram tepung bayam masih tergolong aman dan disukai oleh panelis.

Tekstur

Berdasarkan hasil uji statistik *Friedman* diketahui p = 0,191 hal ini menunjukkan bahwa tidak ada pengaruh yang signifikan penambahan tepung biji labu kuning dan tepung bayam terhadap tingkat kesukaan tekture *non flaky crackers* sehingga tidak dilakukan uji lanjut wilcoxon.

Tekstur pada *non flaky crackers* dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu bahan tepung yang digunakan, teknik pengolahan, suhu dan lama pemanggangan. Penambahan tepung biji labu kuning, yang mengandung protein (sekitar 35-40%), lemak tak jenuh (asam linoleat dan oleat) (Ozturk and Turhan, 2020) dimana protein berperan dalam membentuk struktur padat dengan rongga udara mikro yang dapat berkontribusi terhadap tekstur, sedangkan lemak berfungsi sebagai pelumas selama pencampuran dan membantu mengurangi pembentukan gluten berlebih, sehingga tekstur menjadi lebih ringan (Colla et al., 2018). Penambahan tepung biji labu kuning dapat terlihat mempengaruhi struktur dan butiran adonan pada tahap awal pencampuran bahan namun, hasil akhirnya tidak menunjukkan perbedaan signifikan setelah melalui proses pemanggangan, hal ini sejalan dengan penelitian (Mamat & Hill, 2014) yang menyatakan bahwa jenis lemak secara signifikan mempengaruhi sifat tekstur awal adonan. Perubahan visual dan fisik dari penambahan bahan nabati seringkali menyesuaikan kembali setelah proses termal, sehingga tekstur akhir cenderung serupa. Sementara itu, tepung bayam tidak memiliki pengaruh besar terhadap tekstur karena kandungan proteinnya relatif rendah dan tidak mengandung lemak maupun pati yang dapat berperan dalam struktur kerenyahan.

Overall

Berdasarkan tabel 4. dapat diamati pada indikator *overall*/ keseluruhan *non flaky crackers* penambahan tepung biji labu kuning dan tepung bayam dengan rata-rata tertinggi pada kelompok perlakuan *non flaky crackers* adalah P2 dan rata-rata terendah 3,53 (agak suka) pada P3. Berdasarkan hasil uji statistik *Friedman*, diketahui p = 0,004, yang menunjukkan adanya pengaruh yang sangat signifikan dari penambahan tepung biji labu kuning dan tepung bayam terhadap tingkat kesukaan *overall*/keseluruhan non-flaky *crackers*. Uji lanjut *Wilcoxon* menunjukkan bahwa tingkat kesukaan *overall non*

flaky crackers perlakuan kontrol (P0) tidak berbeda signifikan terhadap perlakuan P1 dan P2, namun berbeda signifikan terhadap perlakuan P3.

Secara keseluruhan/ *overall*, panelis memberikan tingkat kesukaan tertinggi terhadap produk P0 dan P2, sementara produk P1 dan P3 masih diterima dengan baik meskipun berada pada kategori “agak disukai”. Temuan ini mengindikasikan bahwa parameter *overall* tidak hanya mencerminkan satu aspek sensoris, melainkan merupakan hasil evaluasi gabungan dari seluruh atribut organoleptik seperti rasa, tekstur, aroma, serta penampakan visual. Sebagaimana dijelaskan oleh (Ariawan et al., 2025) penilaian secara keseluruhan mencerminkan akumulasi persepsi konsumen terhadap berbagai karakteristik sensori, yang keberhasilannya sangat bergantung pada harmonisasi antara penampilan, cita rasa, dan konsistensi tekstur.

Produk P2 yang mengandung tambahan bahan seperti tepung biji labu kuning dan tepung bayam dalam jumlah yang cukup, justru mampu meningkatkan penerimaan, kemungkinan karena komposisinya mampu menjaga keseimbangan antara rasa, warna, dan tekstur tanpa memberikan kesan yang berlebihan. Sebaliknya, skor *overall* yang lebih rendah pada P3 dapat berkaitan dengan perubahan karakteristik sensori yang terlalu mencolok, seperti warna hijau gelap dari tepung bayam atau rasa langu yang lebih kuat. Formulasi Terbaik

Penentuan formulasi terbaik menggunakan metode uji *naive bayes*. Hasil analisis formulasi terbaik dapat dilihat sebagai berikut :

Tabel 5. Hasil analisis formulasi terbaik metode *naive bayes*

Perlakuan	**P0**	**P1**	**P2**	**P3**	**Bobot peneliti**
Kadar protein	3,33	4,14	4,92	5,55	0,3
kadar zat besi	0,59	1,30	2,18	2,60	0,3
Tingkat kesukaan	1,64	1,57	1,60	1,40	0,4
Total	5,57	7,02	8,71	9,55	
Peringkat	**4**	**3**	**2**	**1**	

Berdasarkan tabel 5. Parameter analisis penentuan formulasi terbaik yang digunakan adalah kadar protein, zat besi dan tingkat kesukaan. Penentuan parameter dilakukan secara subjektif oleh peneliti dengan memberikan bobot pada setiap parameter dengan total keseluruhan bobot yaitu 1. Hasil analisis penentuan formulasi terbaik dengan akumulasi nilai total tertinggi sebesar 9,55 adalah pada perlakuan P3. Namun, dengan mempertimbangkan bahwa P2 memiliki tingkat kesukaan tertinggi setelah P0 dan termasuk dalam kategori "suka", serta kadar protein dan zat besinya telah memenuhi standar SNI, maka perlakuan P2 dipilih sebagai formulasi terbaik.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Penambahan tepung biji labu kuning dan tepung bayam berpengaruh signifikan terhadap kadar protein, kadar zat besi, dan tingkat kesukaan parameter rasa, aroma, warna, dan *overall*/keseluruhan, namun tidak berpengaruh pada tekstur. Uji hedonik menunjukkan bahwa perlakuan P2 paling disukai panelis,

Saran

Perlu dilakukan uji bioavailabilitas/ daya cerna untuk mengetahui efisiensi penyerapan protein dan zat besi *non flaky crackers*. Tepung biji labu kuning mungkin mengandung asam amino pembatas yang dapat memengaruhi efektivitas protein dalam tubuh. Bayam meskipun sudah diubah menjadi tepung mungkin masih mengandung senyawa inhibitor seperti fitat dan tanin yang dapat mengurangi penyerapan zat besi.

DAFTAR PUSTAKA

Aguiar, J., Gonçalves, J.L. and Alves, V.L. (2021) "Relationship between volatile composition and bioactive potential of vegetables and fruits of regular consumption an integrative approach," *Molecules*, 26(12), pp. 1–15.

Ahmed, H. (2024) "Phytochemical Screening of Spinacia Oleracea and as Medicinal Raw Materials," *Journal of Science Innovation & Technology Research (JSITR)*, 5(9), pp. 211–214.

Andreanne, M., Guevremont, E. and Claude, P. (2017) "Fate of Escherichia coli and Kluyveromyces marxianus contaminants during storage of Greek-style yogurt produced by centrifugation or ultrafiltration.," *International Dairy Journal*, 72, pp. 36–43.

Anggraeni melati (2017) "Sifat fisikokimia roti yang dibuat dengan bahan dasar tepung terigu yang ditambah berbagai jenis gula," *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 6(1), pp. 52–56.

Ariawan, D., Dwiloka, B. and Mulyani, S. (2025) "Perbedaan Kadar Protein, Kadar Lemak, Kecepatan Leleh, dan Mutu Hedonik Es Krim Merk C dan D," *Jurnal Teknologi Pangan*, 9(1), pp. 21–27.

BPOM (2016) *Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan RI Nomor 13 Tahun 2016 Tentang Pengawasan Klaim Pada Label dan Iklan Pangan Olahan*.

Colla, K., Costanzo, A. and Gamlath, S. (2018) "Fat replacers in baked food products," *Foods*, 7(12), pp. 1–12.

Fahreina, Y., Mazidah, L. and Kusumaningrum, I. (2018) "Penggunaan Tepung Daun Kelor Pada Pembuatan Crackers Sumber Kalsium," *ARGIPA*, 3(2), pp. 67–79.

Faridah, anni (2014) "Penambahan Bayam (Amaranthus Tricolor L) Dalam Pembuatan Cookies Sebagai Fortifikasi Fe," *Prosiding Seminar dan Lokakarya Nasional F*, pp. 123–130.

Hafiza, D., Utami, A. and Niriyah, S. (2020) "Hubungan Kebiasaan Makan dengan Status Gizi Pada Remaja Smp Ylpi Pekanbaru," *Jurnal Medika Hutama*, 2(1), pp. 332–342.

Hariyadi, P. (2022) "Tekstur : tantangan reformulasi pangan olahan," *Departemen ilmu dan teknologi pangan IPB university*, 17(7), pp. 22–29.

Iqbal, M., Gunawan, F. and Surani, S. (2024) *Teknik evaluasi sensori produk pangan*. 1st edn. Edited by Irma eva. Cv Hei publishing indonesia.

ISO 13299 (2016) *Sensory analysis-Methodology-General guidance for establishing a sensory profile*.

Kaliyaperumal, S. and Randhika (2020) "Study of phytochemical analysis and antioxidant activity of Spinach oleracea L plant leaves," *The Pharma Innovation Journal*, 7(9), pp. 1–4.

Kim, M.Y., Kim, E.J. and Kim, Y.N. (2012) "Comparison of the chemical compositions and nutritive values of various pumpkin (Cucurbitaceae) species and parts," *Nutrition Research and Practice*, 6(1), pp. 21–27.

Kusuma, T., Adelya, K. and Rahmi, Y. (2017) *Pengawasan Mutu Makanan*. Universitas Brawijaya Press,2017.

Mamat, H. and Hill, S.E. (2014) "Effect of fat types on the structural and textural properties of dough and semi-sweet biscuit," *Journal of Food Science and Technology*, 51(9), pp. 1998–2005.

Medina, meza, Lice, G. and Villani, F. (2015) "Effects of thermal and high pressure treatments in color and chemical attributes of an oil-based spinach sauce," *LWT-Food Science and Technology*, 60(1), pp. 86–94.

Moustarah, F. and Daley, sharon (2024) "Dietary Iron," *National Library of Medicine*.

Mutiara Kiranawati, T., Rohajatien, U. and Rahma Safira Jayanti (2021) "Pengaruh lama fermentasi adonan terhadap sifat fisik dan kimia crackers substitusi tepung komposit," *ejournal unib agroindustri*, 11(2), pp. 133–142.

Njume, C., Donkor, O.N. and Vasiljevic, T. (2021) "Consumer acceptability and antidiabetic properties of flakes and crackers developed from selected native Australian plant species," *International Journal of Food Science and Technology*, 56(9), pp. 4484–4495.

Öztürk, T. and Turhan, S. (2020) "Physicochemical properties of pumpkin (Cucurbita pepo L.) seed kernel flour and its utilization in beef meatballs as a fat replacer and functional ingredient.," *Journal of food processing and preservation*, 44(9).

Piskin, E., Cianciosi, D. and Gulec, S. (2022) "Iron Absorption: Factors, Limitations, and Improvement Methods," *ACS Omega*. American Chemical Society, pp. 20441–20456.

Rahmawati (2020) "Kandungan Gizi Tepung Jamur Tiram Dan Bayam Alternatif Bahan Olahan Pangan," *Food Tech Jurnal Teknologi Pangan*, 3(2), pp. 12–20.

Renny Anggraini (2019) "Pengaruh aplikasi beberapa jenis pupuk kandang terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman bayam (amaranthus tricolor. L)," *Agrofood jurnal pertanian dan pangan*, pp. 10–14.

Rodriguez, A. and Delia, B. (2019) "Update on natural food pigments-A mini-review on carotenoids, anthocyanins, and betalains," *Food Research International*, 124, pp. 200–205.

Salmahaminati, S. (2022) "Analisis Kadar Air dan Protein Pada Produk Sosis di PT. Jakarana Tama Bogor," *Indonesian journal of chemical research*, pp. 111–117.

Sari, arum (2017) "Hubungan Asupan Fe dengan Kadar Hemoglobin pada Remaja Putri Anemia di SMK 2 Muhammadiyah Sukoharjo dan SMA N 1 Nguter," *University Research Colloquium*, pp. 385–388.

Setiarto, H., Karo, M. and Tambaip, T. (2022) *Buku Ajar Gizi Kesehatan Reproduksi*. Jakarta timur: Cv. Trans Info Media.

Shen, Y., Tebben, L. and Chen, G. (2019) "Effect of amino acids on Maillard reaction product formation and total antioxidant capacity in white pan bread," *International Journal of Food Science and Technology*, 54(4), pp. 1372–1380.

SNI 2346 (2006) *Petunjuk pengujian organoleptik dan atau sensori ICS 67.240 Badan Standardisasi Nasional*.

Syam, A., Zainal and Wahiduddin (2023) "Nutrient content and toxicity of pumpkin seed flour," *Food Research*, 7(6), pp. 69–76.

Syarahan, fitri salsabila (2024) "Pengaruh substitusi tepung maizena pada stik balado terhadap kualitas fisik dan daya terima konsumen," *Repository unj*, pp. 5–15.

Tarwendah, I.P. (2017) "Comparative Study of Sensory Attributes and Brand Awareness in Food Product : A Review," *Jurnal pangan dan agroindustri*, 5(2), pp. 66–73.

Tasya Syaharani, Yulira rahma indah and Yen Polisda (2023) "Pembuatan Choco Chips Cookies Menggunakan Tepung Terigu Dan Tepung Ubi Jalar Ungu," *journal pariwisata bunda*, 3(2), pp. 1–15.

Tim riskesdas 2018 (2019) *Laporan Riskesdas 2018 Nasional*. Bakitbangkes 2019.

Triandini, I.G.A.A.H. and Wangiyana, I.G.A.S. (2022) "Uji Hedonik pada Produk Teh Herbal Hutan," *Jurnal Silva Samalas*, 5(1), p. 12.

United States Departement of Agriculture, U. (2019) "Nilai gizi biji labu kuning."

Vinayashree, S. and Vasu, P. (2021) "Biochemical, nutritional and functional properties of protein isolate and fractions from pumpkin (Cucurbita moschata var. Kashi Harit) seeds," *Food Chemistry*, 340, pp. 128–177.

Virdiani, G. (2009) "Pemanfaatan Ampas Susu Kedelai Sebagai Bahan Baku Pembuatan *Non Flaky Cracker*," *Journal Teknologi Pertanian Universitas Andalas, Padang*, pp. 1–15.

Yavuz, M., Kasavi, C. and Öner, E.T. (2021) "Developments in effective use of volatile organic compound analysis to assess flavour formation during cheese ripening," *Journal of Dairy Research*, 88(4), pp. 461–467.

Zhu, G. and Zuobing, X. (2017) "Creation and imitation of a milk flavour," *Food & Function*, 8(3), pp. 1080–1084.

Zuraidah, sukaisi and lenny nainggolan (2019) "Pengaruh suplementasi kombinasi fe, asam folat dan vitamin b 12 terhadap peningkatan kadar hemoglobin pada ibu postpartum di kota pematangsiantar," *Journal poltekkes medan*, pp. 80–84.