

Pengaruh Perbandingan Tepung Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea batatas* L.) Dan Tepung Kacang Hijau (*Vigna radiata*) Terhadap Karakteristik *Crackers*

The Effect of the Ratio Purple Sweet Potato Flour (*Ipomoea batatas* L.) and Mung Bean Flour (*Vigna radiata*) on Characteristics Crackers

Caroline Silvera Astri Sugiarto¹, I Nengah Kencana Putra^{*1}, Ni Luh Ari Yusasrini¹

Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana, Bali, Indonesia

^{*}Corresponding author: I Nengah Kencana Putra email: nengahkencana@unud.ac.id

Diterima: 15 Maret 2026 /Disetujui: 20 Juli 2026

Abstract

Crackers are food products that are generally made from wheat flour, which is high in carbohydrates but low in protein and crude fiber. This study aims to determine the effect of the ratio of purple sweet potato flour and mung bean flour on the sensory, chemical, and physical characteristics, as well as the appropriate ratio to produce crackers with the best formulation. The experimental design used a completely randomized design (CRD) with five levels of purple sweet potato flour and mung bean flour ratios, namely 90:10, 80:20, 70:30, 60:40, and 50:50, and was repeated three times. The parameters observed included moisture content, protein content, crude fiber content, fat content, ash content, carbohydrate content, texture test (hardness), color test, and sensory test (texture, color, taste, aroma, overall acceptance, and crispness). The data were analyzed using ANOVA and followed by Duncan's Multiple Range Test (DMRT) if there was a significant effect. The results showed that the ratio of purple sweet potato flour to mung bean flour had a significant effect on sensory, chemical, and hardness characteristics. The best formulation was obtained in treatment P3 (70% purple sweet potato flour: 30% mung bean flour) with a moisture content of 4.97%, protein content of 13.97%, crude fiber content of 14.76%, ash content of 2.11%, fat content of 12.52%, carbohydrate content of 66.44%, and hardness of 11.13N. Sensory evaluation showed that the crackers were rated as liked for texture, color, aroma, and overall acceptance, and slightly liked for hedonic taste, with a texture score of slightly crispy and a color test value of b^* 22.00, but no effect on the L^* value of 31.32 and a^* value of 31.33. The best crackers excelled in protein, crude fiber, and fat content. Paired preference tests also showed that the comparison between wheat crackers and the best crackers had significant differences in color.

Keywords: *crackers, gluten free, purple sweet potato flour, mung bean flour*

Abstrak

Crackers merupakan produk pangan yang umumnya terbuat dari terigu yang tinggi karbohidrat namun rendah protein dan serat kasar. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perbandingan tepung ubi jalar ungu dan tepung kacang hijau terhadap karakteristik sensoris, kimia dan fisik, serta perbandingan yang tepat menghasilkan crackers dengan formulasi terbaik. Rancangan percobaan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 5 taraf perbandingan tepung ubi jalar ungu dan tepung kacang hijau yaitu 90:10, 80:20, 70:30, 60:40, 50:50 dan dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali. Parameter yang diamati meliputi kadar air, kadar protein, kadar serat kasar, kadar lemak, kadar abu, kadar karbohidrat, uji tekstur (hardness), pengujian warna dan uji sensoris (tekstur, warna, rasa, aroma, penerimaan keseluruhan dan kerenyahan). Data dianalisis menggunakan ANOVA dan dilanjutkan uji Duncan Multiple Range Test (DMRT) jika berpengaruh signifikan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbandingan tepung ubi jalar ungu dan tepung kacang hijau memberikan pengaruh nyata terhadap karakteristik sensoris, kimia dan hardness. Formulasi terbaik diperoleh pada perlakuan P3 (70% tepung ubi jalar ungu:30% tepung kacang hijau) dengan kadar air 4,97%, kadar protein 13,97%, kadar serat kasar 14,76%, kadar abu 2,11%, kadar lemak 12,52%, kadar karbohidrat 66,44%, hardness 11,13N. Secara sensoris, crackers mendapatkan kriteria suka untuk tekstur, warna, aroma dan penerimaan keseluruhan serta agak suka untuk hedonik rasa dengan skoring tekstur kerenyahan agak renyah, serta pengujian warna nilai b^* 22,00, tetapi tidak berpengaruh pada

nilai L^* 31,32 dan nilai a^* 31,33. Crackers perlakuan terbaik unggul dalam kandungan protein, serat kasar dan lemak. Uji preferensi berpasangan juga menunjukkan bahwa perbandingan crackers terigu dan crackers perlakuan terbaik memiliki perbedaan signifikan dari segi warna.

Kata kunci: *crackers*, non gluten, tepung ubi jalar ungu, tepung kacang hijau

PENDAHULUAN

Kebutuhan terhadap terigu di Indonesia meningkat setiap tahunnya pada produk olahan seperti *crackers*, *cookies*, biskuit dan sejenisnya yang menjadikan gandum sebagai sumber pangan kedua (USDA, 2023). Menurut *United State Departement of Agriculture*, tahun 2022–2024 Indonesia menempati posisi kedua sebagai importir gandum dan mengimpor gandum sebanyak 12,982 juta metrik ton (Binekasri, 2025). Gandum merupakan sumber utama pembuatan terigu yang memiliki nilai nutrisi lebih rendah karena mineral dan vitamin dalam gandum didistribusikan dalam dedak, aleuron dan germ (Liu *et al.*, 2020). Terigu merupakan bubuk halus yang berasal dari penggilingan biji gandum dan mengandung karbohidrat (pati), protein (gluten) atau protein khusus yang sulit dicerna serta lemak, sehingga tidak aman dikonsumsi oleh penderita intoleran gluten, penyakit *celiac* dan penderita alergi (Rahmayeni *et al.*, 2019). Salah satu jenis produk olahan terigu yang paling disukai oleh masyarakat yaitu *crackers*.

Crackers terbuat dari tepung terigu, lemak, garam dan agen fermentasi seperti ragi, gula dan ditambahkan air (Astuti Dwi *et al.*, 2018). *Crackers* merupakan jenis biskuit yang pembuatannya melalui proses fermentasi serta pemanggangan, sehingga

berbentuk pipih, bertekstur renyah serta memiliki rasa asin dan gurih (Skyes dan Davidson, 2020 dan BSN, 2018). *Crackers* mengandung karbohidrat tinggi, gula sederhana dan daya simpan lama karena memiliki kadar air yang rendah (Sirpatrawan, 2009). *Crackers* yang berasal dari terigu umumnya memiliki kandungan karbohidrat dengan indeks glikemik yang tinggi, tetapi rendah serat pangan dan protein, sehingga diperlukannya bahan alternatif dari pangan lokal yang memiliki karbohidrat yang hampir setara dengan terigu, serat pangan yang tinggi, kaya akan antioksidan, memiliki warna yang unik dan mudah didapatkan seperti ubi jalar ungu.

Ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas* L.) merupakan pangan lokal yang ketersediaannya melimpah sekitar 8–10 ton per hektar dan mengandung karbohidrat kompleks dengan indeks glikemik rendah (Tuhumury *et al.*, 2018). Tepung ubi jalar ungu mengandung karbohidrat 84,4g, serat pangan 12,9g, protein 2,8g, lemak 0,6g dan kadar air 9,4 persen (Direktorat Gizi Masyarakat, 2017). Tepung ubi jalar ungu mengandung karbohidrat tinggi sehingga baik digunakan untuk menghasilkan produk pangan, tetapi protein pada tepung ubi jalar ungu hanya sekitar 5,12 persen lebih kecil dibandingkan protein terigu sekitar 9 persen (Antarlina, 1998 dalam Utami *et al.*, 2018).

Selain itu, pembuatan *crackers* dari tepung ubi jalar ungu dapat menurunkan sifat elastisitas pada adonan dan menghasilkan *crackers* dengan tekstur yang kurang kohesif, sehingga memerlukan bahan pembantu seperti lemak dan air agar dapat membantu melunakkan tekstur pada adonan. Untuk melengkapi kandungan protein pada tepung ubi jalar ungu maka dapat ditambahkan tepung kacang hijau yang memiliki kadar protein sekitar 24,7 persen.

Kacang hijau (*Vigna radiata*) merupakan tanaman legum yang dijadikan sumber protein nabati karena mudah diperoleh dengan harga yang relatif murah. Tepung kacang hijau mengandung protein 24,7 persen, karbohidrat 63,3 persen, serat 5,73 persen, lemak 1,97 persen dan kadar air 6,89 persen (Nugraha, 2019). Penambahan tepung kacang hijau dapat meningkatkan protein dan menghasilkan tekstur yang renyah pada *crackers* (Khairunnisa *et al.*, 2018). Selain itu, menambahkan kacang hijau pada *crackers* dapat membantu meningkatkan daya ikat air untuk membentuk adonan yang kohesif. Pada penelitian Utami *et al.*, (2022), menunjukkan bahwa penambahan tepung kacang hijau sebesar 40 persen dapat meningkatkan kadar protein hingga 29,57 persen. Penelitian Putri *et al.*, (2024), perbandingan sagu gelatinisasi dan tepung kacang hijau pada *crackers* menunjukkan bahwa protein yang dihasilkan berkisar antara 3,61–7,63 persen. Hingga saat ini,

penelitian *crackers* berbahan dasar tepung ubi jalar ungu dan tepung kacang hijau masih belum dilakukan, sehingga penelitian ini penting dilakukan sebagai acuan dalam pengembangan *crackers* non terigu yang tinggi gizi dan berbasis pangan lokal.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perbandingan tepung ubi jalar ungu dengan tepung kacang hijau terhadap sifat kimia, fisik dan sensoris *crackers* dan mengetahui perbandingan tepung ubi jalar ungu dan tepung kacang hijau yang tepat dapat menghasilkan *crackers* dengan sifat sensoris terbaik, kandungan protein tinggi dan serat kasar yang tinggi. Melalui penelitian ini, diharapkan dapat ditemukan formulasi *crackers* dengan nilai gizi yang lebih tinggi tanpa menurunkan kualitas sensorisnya.

METODE

Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Pengolahan Pangan, Laboratorium Analisis Pangan, Laboratorium Rekayasa Proses dan Pengendalian Mutu Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari–Oktober 2025.

Bahan Penelitian

Bahan–bahan yang digunakan untuk membuat *crackers* yaitu tepung ubi jalar ungu, tepung kacang hijau, margarin merk Filma, garam beryodium merk Indomaret, ragi kue merek Fermipan, gula pasir dari

toko Kurnia, susu skim dari toko Subur Kimia Jaya, *baking soda* merk Koepoe–Koepoe dan air. Bahan analisis kimia yaitu sampel (*crackers*), aquadest, tablet kjeldahl dari toko Neli, H₂SO₄ dari lab Analisis Pangan, NaOH dari toko Neli, asam borat dari lab Analisis Pangan, HCl dari lab Analisis Pangan, indikator pp (phenolphthalin) dari Lab Analisis Pangan, alkohol 95% dari toko Saba Kimia, n–Heksan merk Bratachem.

Alat Penelitian

Alat–alat yang digunakan untuk membuat tepung ubi jalar ungu dan tepung kacang hijau yaitu pisau, baskom, *slicer*, sendok, blender tepung, *food dehydrator*, *tray*, wadah perendam, plastik *ziplock*, ayakan 80 mesh, *aluminium foil* dan kuas tepung. Alat untuk pembuatan *crackers* yaitu wadah, sendok, garpu, *mixer*, *oven*, *tray oven*, *baking paper*, timbangan analitik, *rolling pin* dan tisu. Alat untuk analisis kimia yaitu lumpang, desikator, cawan porselen, spatula, oven, timbangan analitik, tabung reaksi, destruksi, capitan, pipet ukur, pipet *pump*, destilasi, gelas beaker, buret, klem, pipet tetes, labu erlenmeyer, *aluminium foil*, labu takar, gelas ukur, corong, gelas plastik, kertas saring kasar dari Jaya Labo, kertas Whatman no 42 merk Cytiva, kompor listrik merk Gerhardt, *waterbath* merk Capp CRWB–20, *Muffle* (tanur listrik), benang wol, labu lemak, *soxhlet* merk Behrotest, *texture analyzer* merk TA.XT Plus dan *colorimeter* dari Lab

Tools.

Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan perlakuan perbandingan tepung ubi jalar ungu dan tepung kacang hijau pada pembuatan *crackers*. Penelitian ini mengacu pada Danawati *et al.*, (2020) dengan modifikasi yang terdiri dari 5 taraf perbandingan sebagai berikut: P1 = 90% tepung ubi jalar ungu (TUJU) : 10% tepung kacang hijau (TKH) P2 = 80% tepung ubi jalar ungu (TUJU) : 20% tepung kacang hijau (TKH) P3 = 70% tepung ubi jalar ungu (TUJU) : 30% tepung kacang hijau (TKH) P4 = 60% tepung ubi jalar ungu (TUJU) : 40% tepung kacang hijau (TKH) P5 = 50% tepung ubi jalar ungu (TUJU) : 50% tepung kacang hijau (TKH) Masing–masing perlakuan diulang sebanyak 3 kali, sehingga akan diperoleh 15 unit percobaan.

Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian terdiri dari persiapan alat dan bahan kemudian dilakukan proses pembuatan tepung ubi jalar ungu, pembuatan tepung kacang hijau dan pembuatan *crackers*.

Pembuatan Tepung Ubi Jalar Ungu

Sebelum melakukan pembuatan *crackers* dilakukan pembuatan tepung ubi jalar ungu. Pembuatan tepung ubi jalar ungu mengacu kepada penelitian Kurniasari *et al.*, (2021) yang telah dimodifikasi yaitu pertama ubi jalar ungu disortasi, dicuci dan

dikupas agar bersih dari tanah, kemudian ubi jalar ungu dipotong menggunakan *slicer* menjadi bagian yang lebih tipis atau hingga berbentuk *chips* dengan ukuran 1 mm. Selanjutnya, *chips* ubi jalar ungu ditata pada *tray oven* dan dimasukkan ke dalam *food dehydrator* dengan suhu 60°C dengan waktu selama 6 jam. Terakhir, *chips* kering dihaluskan menggunakan blender khusus penepungan dan diayak menggunakan ayakan 80 mesh.

Pembuatan Tepung Kacang Hijau

Pembuatan tepung kacang hijau mengacu pada penelitian Waisnawi *et al.*, (2019) yaitu pertama kacang hijau kering dicuci bersih, kemudian direndam dalam air selama 3 jam dengan tidak melepas kulit arinya (kacang hijau yang tenggelam menandakan kualitas biji baik), setelah direndam kacang hijau ditiriskan, kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 60 selama 6 jam, lalu kacang hijau yang sudah kering dihaluskan dengan blender, lalu diayak dengan menggunakan ayakan 80 mesh.

Pembuatan Crackers

Pembuatan *crackers* ini mengacu pada penelitian Asfi *et al.*, (2016) dan Sabir *et al.*, (2020) yang telah dimodifikasi dapat dilihat pada Tabel 1. Tahap awal dengan menimbang bahan-bahan yang akan digunakan dalam pembuatan *crackers*. Selanjutnya, menyiapkan air 20 ml dan ragi 2g kemudian didiamkan selama 10 menit. Lalu, mencampurkan bahan basah yaitu

margarin, gula pasir, garam, baking soda dan susu skim serta menambahkan air 20 ml secara perlahan. Selanjutnya, tepung ubi jalar ungu dan tepung kacang hijau ditambahkan dengan konsentrasi perlakuan yang telah diberikan. Setelah adonan tercampur, air ragi yang telah diaktifkan dimasukkan dan diaduk rata hingga adonan menjadi kalis. Adonan yang telah kalis, difermentasi (*aging*) di dalam wadah selama 30 menit. Lalu, adonan dilaminasi dan dipipihkan menggunakan *rolling pin* dan *baking paper* sampai tipis dengan ketebalan kurang lebih 0,1 cm, dicetak dan dibuat lubang menggunakan garpu. Setelah itu, adonan yang telah dicetak disusun pada loyang yang telah diberikan *baking paper* dan dipanggang menggunakan oven pada suhu 130°C selama 25 menit dengan api atas bawah. *Crackers* yang telah dipanggang, didinginkan pada suhu ruang selama 10 menit.

Parameter yang diamati

Parameter yang diamati berupa karakteristik kimia meliputi kadar air dengan metode thermogravimetri (Sudarmadji *et al.*, 1997), kadar protein dengan metode Kjeldahl (Sudarmadji *et al.*, 1997), kadar serat kasar dengan metode hidrolisis asam basa (Sudarmadji *et al.*, 1997), kadar abu dengan metode pengeringan (AOAC, 1995), kadar lemak dengan metode Soxhlet (AOAC, 1995), dan kadar karbohidrat dengan metode proximate (Sudarmadji *et al.*, 1997).

Tabel 1. Formulasi *crackers*

Formulasi	P1	P2	P3	P4	P5
Tepung Ubi Jalar Ungu (TUJU) (g)	90	80	70	60	50
Tepung Kacang Hijau (TKH) (g)	10	20	30	40	50
Margarin (g)	40	40	40	40	40
Gula Pasir (g)	3	3	3	3	3
Garam (g)	1	1	1	1	1
Susu Skim (g)	4	4	4	4	4
Ragi instan (g)	2	2	2	2	2
Baking soda (g)	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Air (ml)	40	40	40	40	40

Keterangan: persentase perlakuan berdasarkan perbandingan tepung ubi jalar ungu dan tepung kacang hijau 100g.

Parameter yang diamati pada produk *crackers* berupa karakteristik kimia meliputi kadar air dengan metode thermogravimetri (Sudarmadji *et al.*, 1997), kadar protein dengan metode Kjeldahl (Sudarmadji *et al.*, 1997) dan kadar serat kasar dengan metode hidrolisis asam basa (Sudarmadji *et al.*, 1997). Parameter pada karakteristik fisik *crackers* meliputi uji tekstur menggunakan *texture profile analysis* metode compression (AOAC, 2005), uji warna dengan metode *colorimeter* (Anggraeni *et al.*, 2017) dan evaluasi sensoris berupa uji hedonik (tekstur, aroma, rasa, warna dan penerimaan keseluruhan) dan uji skoring (kerenyahan) (Triana *et al.*, 2015). Formulasi terbaik dilakukan dengan evaluasi sensoris metode uji preferensi berpasangan (Khairunnisa dan Arbi, 2021), analisis kadar abu dengan metode pengeringan (AOAC, 1995), kadar lemak dengan metode Soxhlet (AOAC, 1995), dan kadar karbohidrat dengan metode proximate (Sudarmadji *et al.*, 1997).

Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan ANOVA (*Analysis of Variance*) dengan taraf kepercayaan 95%. Apabila terdapat pengaruh nyata maka dilanjutkan dengan pengujian *Duncan Multiple Range Test* (DMRT). Seluruh analisis data dilakukan pada *software IBM SPSS (Statistical Program for Social Science) Statistics 27*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Kimia Bahan Baku

Berdasarkan hasil analisis karakteristik kimia bahan baku diperoleh nilai rata-rata yang dapat dilihat pada Tabel 2. Berdasarkan pengujian *paired t-test* pada karakteristik kimia bahan baku meliputi kadar air, kadar protein, kadar serat kasar, kadar abu, kadar lemak dan kadar karbohidrat antara tepung ubi jalar ungu dan tepung kacang hijau menghasilkan data yang berbeda secara signifikan ($P < 0,05$). Tepung kacang hijau memiliki kadar protein, kadar serat kasar dan kadar lemak yang cukup tinggi dibandingkan tepung ubi jalar ungu.

Tepung ubi jalar ungu memiliki hasil yang lebih unggul pada kandungan karbohidrat dan kadar air dibandingkan tepung kacang hijau. Kandungan serat kasar yang tinggi pada tepung kacang hijau karena menggunakan biji kacang hijau utuh dalam pengolahannya yang mengandung serat kasar yang sangat tinggi, hal ini sesuai dengan penelitian Zhihui *et al.*, (2010) menyatakan bahwa tepung kacang hijau utuh dengan kulit akan mengandung flavonoid yang tinggi dan total serat sebesar 61,76%.

Karakteristik Kimia

Karakteristik kimia *crackers* berbasis tepung ubi jalar ungu dan tepung kacang hijau meliputi kadar air, protein dan serat kasar yang dapat dilihat pada Tabel 3.

Kadar Air

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa perbandingan antara tepung ubi jalar ungu dan tepung kacang hijau berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap kadar air. Berdasarkan Tabel 3, kadar air *crackers* berkisar antara 4,63% sampai 5,26%. Perlakuan terendah dimiliki oleh P4 (60% TUJU: 40% TKH) dengan kadar air sebesar 4,63% dan nilai tertinggi pada perlakuan P1 (90% TUJU: 10% TKH) dengan nilai sebesar 5,26%. Hasil kadar air pada *crackers* cenderung menurun dengan bertambahnya konsentrasi tepung kacang hijau dalam

formulasi. Hal ini menunjukkan bahwa setelah pemanggangan, kadar air pada *crackers* akan menurun karena terjadinya proses penguapan selama pemanggangan terhadap air yang terikat dalam protein globular pada tepung kacang hijau yang menyebabkan pelepasan gas CO_2 , peningkatan volume, penguapan air dan gelatinisasi pati pada *crackers* (Samantha, 2017).

Penurunan kadar air disebabkan oleh tepung kacang hijau yang mengandung serat kasar tinggi, sehingga memiliki daya ikat air yang rendah (Setiani *et al.*, 2020). Menurut Yanti (2019), menyatakan bahwa semakin banyak penggunaan tepung kacang hijau maka kadar air menjadi rendah, sedangkan semakin sedikit penggunaan tepung kacang hijau maka kadar air semakin tinggi. Menurut Winarno (2002), kadar air akan menentukan tingkat kesegaran dan daya awet pada bahan pangan. Menurut penelitian Putri *et al.*, (2024), menyatakan bahwa penambahan tepung kacang hijau pada *crackers* pati sagu menghasilkan nilai kadar air yang menurun berkisar antara 1,28–3,37%. Hasil kadar air pada *crackers* dalam penelitian yang telah memenuhi syarat mutu *crackers* pada perlakuan P3, P4 dan P5 menurut SNI 01–2973–1992 yaitu maksimal 5%.

Tabel 2. Nilai rata–rata karakteristik kimia tepung ubi jalar ungu dan tepung kacang hijau

Komponen	Ubi Jalar Ungu (TUJU)	Tepung Kacang Hijau (TKH)
Kadar Air (%)	9,05±0,06 ^a	8,32±0,15 ^b
Kadar Protein (%)	3,93±0,06 ^b	25,38±0,94 ^a
Kadar Serat Kasar (%)	9,61±0,06 ^b	23,42±0,06 ^a
Kadar Abu (%)	2,80±0,08 ^a	2,84±0,02 ^a
Kadar Lemak (%)	1,70±0,13 ^b	3,24±0,01 ^a
Kadar Karbohidrat (%)	82,52±0,13 ^a	60,21±0,94 ^b

Keterangan: Nilai rata–rata standar deviasi (ulangan n=3). Nilai rata–rata diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perlakuan berpengaruh nyata ($P<0,05$)

Tabel 3. Nilai rata–rata kadar air, kadar protein dan kadar serat kasar *crackers* dari tepung ubi jalar ungu dan tepung kacang hijau

Perlakuan (TUJU : TKH)	Kadar Air (%)	Kadar Protein (%)	Kadar Serat Kasar (%)
P1 (90 TUJU:10 TKH)	5,26±0,03 ^a	9,11±0,06 ^c	9,76±0,14 ^c
P2 (80 TUJU:20 TKH)	5,14±0,03 ^a	12,05±0,23 ^d	11,66±0,14 ^d
P3 (70 TUJU:30 TKH)	4,97±0,08 ^b	13,97±0,25 ^c	14,76±0,21 ^c
P4 (60 TUJU:40 TKH)	4,63±0,14 ^c	14,51±0,14 ^b	15,65±0,25 ^b
P5 (50 TUJU:50 TKH)	4,94±0,26 ^c	15,28±0,16 ^a	16,63±0,07 ^a

Keterangan: Nilai rata–rata standar deviasi (ulangan n=3). Nilai rata–rata diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perlakuan berpengaruh nyata ($P<0,05$)

Kadar Protein

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa perbandingan tepung ubi jalar ungu dan tepung kacang hijau pada *crackers* berpengaruh sangat nyata ($P<0,05$) terhadap kadar protein. Berdasarkan hasil data yang dapat dilihat pada Tabel 3, menyatakan bahwa kadar protein mengalami peningkatan seiring bertambahnya konsentrasi tepung kacang hijau dalam formulasi. Nilai kadar protein *crackers* berkisar antara 9,11% sampai 15,28%. Nilai terendah pada perlakuan P1 (90% TUJU:10% TKH) dengan nilai sebesar

9,11% dan nilai tertinggi pada perlakuan P5 (50% TUJU:50% TKH) dengan nilai sebesar 15,28%. Peningkatan kadar protein pada *crackers* sejalan dengan hasil analisis tepung kacang hijau yang memiliki kadar protein sebesar 25,38% lebih tinggi dibandingkan dengan tepung ubi jalar ungu yang hanya mengandung protein sebesar 3,93%. Penambahan tepung kacang hijau berperan penting dalam meningkatkan protein pada produk *crackers* karena kacang hijau kaya akan asam amino esensial. Menurut Rukmana (1997) dalam Idayati (2009), menyatakan bahwa kandungan protein asam

amino biji kacang hijau cukup lengkap yang terdiri atas asam amino esensial yakni isoleusin 6,95%, leusin 12,90% lisin 7,94%, metionin 0,84%, fenilalanin 7,07%, treonin 4,50% dan valin 6,23%. Hasil analisis sejalan dengan penelitian oleh Utami *et al.*, (2022), menunjukkan bahwa penambahan tepung kacang hijau sebesar 40 persen dapat meningkatkan kadar protein hingga 29,57 persen. Menurut penelitian Nurali *et al.*, (2023), menunjukkan bahwa kadar protein dengan penambahan tepung kacang hijau berkisar antara 10,96–12,71% pada produk *snack bar*. Hasil kadar protein pada *crackers* dalam penelitian ini telah memenuhi syarat mutu *crackers* menurut SNI 01–2973–1992 yaitu minimal 9%.

Kadar Serat Kasar

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa perbandingan tepung ubi jalar ungu dan tepung kacang hijau pada *crackers* berpengaruh sangat nyata ($P < 0,05$) terhadap kadar serat kasar. Berdasarkan Tabel 3, kadar serat meningkat secara konsisten seiring dengan bertambahnya proporsi tepung kacang hijau. Nilai kadar serat berkisar antara 9,76% hingga 16,63% dengan kadar terendah terdapat pada perlakuan P1 (90% TUJU:10% TKH) dan kadar tertinggi pada perlakuan P5 (50% TUJU:50% TKH). Peningkatan kandungan serat kasar pada *crackers* disebabkan oleh penambahan tepung kacang hijau utuh tanpa pengupasan kulit kacang hijau yang mengandung senyawa penyusun dinding sel

tanaman seperti selulosa, hemiselulosa dan lignin (Fithri, 2007 *dalam* Yulianto, 2010). Hal ini sesuai dengan penelitian Aprilia *et al.*, (2019), menyatakan bahwa kadar serat kasar dapat meningkat karena pada proses penepungan tidak dilakukan pengupasan kulit kacang hijau yang memiliki kandungan serat yang tinggi. Menurut Ponelo *et al.*, (2022), kulit ari kacang hijau yang tidak dikupas pada saat proses pembuatan tepung kacang hijau dapat mempengaruhi peningkatan kandungan serat pada roti. Pada penelitian Waisnawi *et al.*, (2019), menyatakan penambahan tepung kacang hijau pada produk *cookies* menghasilkan kadar serat kasar sekitar 12,33%–27,25%. Hasil kadar serat kasar pada *crackers* untuk semua perlakuan tidak memenuhi syarat mutu *crackers* menurut SNI 01–2973–1992 yaitu maksimal 0,5%. Meskipun kadar serat kasar yang dihasilkan melebihi syarat mutu, namun *crackers* dari tepung ubi jalar ungu dan tepung kacang hijau dapat membantu pemenuhan serat manusia perharinya. Berdasarkan riset Puslitbang Gizi Depkes RI (2001) *dalam* Putri (2010), menyatakan bahwa masyarakat Indonesia membutuhkan serat kasar sebesar 6–15g dalam sehari. Kandungan serat pada *crackers* baik untuk kesehatan tubuh manusia dan serat pada kacang hijau dapat berperan menjaga fungsi organ pencernaan dan mencegah terjadinya sembelit (Khairunnisa *et al.*, 2018). Selain itu, kandungan serat pada kacang hijau juga dapat membantu memberikan efek kenyang

lebih lama.

Karakteristik Fisik *Crackers*

Karakteristik fisik *crackers* dari tepung ubi jalar ungu dan tepung kacang hijau memberikan pengaruh nyata terhadap tekstur *crackers* yaitu kekerasan dan pengujian warna nilai b^* (*yellowness*), tetapi tidak berpengaruh pada nilai L^* (*lightness*) dan a^* (*redness*) menggunakan *Colorimeter* yang dapat dilihat Tabel 4 dan Tabel 5.

Uji Kekerasan (*Hardness*)

Kekerasan (*hardness*) merupakan parameter tekstur yang menggambarkan gaya maksimum untuk menekan produk hingga titik tertentu yang berkaitan dengan kerapatan jaringan dan kadar air terikat, serta dapat diukur secara objektif melalui metode uji kompresi secara linear. Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa perbandingan tepung ubi jalar ungu dan tepung kacang hijau berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap kekerasan *crackers*. Nilai kekerasan meningkat signifikan seiring dengan penambahan tepung kacang hijau pada *crackers*. Berdasarkan Tabel 4, nilai tertinggi diperoleh pada P5 (50% TUJU:50% TKH) sebesar 15,07 N dan nilai terendah diperoleh P1 (90% TUJU:10% TKH) sebesar 8,90 N. Nilai kekerasan dapat meningkat karena kandungan serat kasar pada tepung kacang hijau sangat tinggi, sehingga selama proses pemanggangan *crackers* menjadi keras. Penggunaan tepung kacang hijau menyebabkan tekstur akhir pada *crackers*

menjadi lebih keras karena menggunakan seluruh bagian kacang hijau, dimana kulit ari pada kacang hijau memiliki kadar serat kasar tertinggi (Fithri, 2007 dalam Yulianto, 2010). Pada data penelitian, tepung kacang hijau memiliki kadar serat kasar sebesar 23,42% yang lebih tinggi dibandingkan kadar serat kasar tepung ubi jalar ungu sebesar 9,61%. Hal ini didukung oleh penelitian Waisnawi *et al.*, 2019 dan Suprapti, 2003 dalam Pehulisa *et al.*, 2016, menyatakan bahwa tepung kacang hijau memiliki kadar serat kasar sebesar 31,52% yang lebih tinggi dibandingkan kandungan serat kasar tepung ubi jalar ungu sebesar 4,72%. Nilai kekerasan dipengaruhi oleh perbandingan amilosa dan amilopektin dalam tepung kacang hijau. Amilosa dan amilopektin pada tepung kacang hijau sekitar 28,8% dan 71,2%, sedangkan amilosa dan amilopektin pada tepung ubi jalar ungu sekitar 17,5% dan 71% (Rahayu, 1993 dan Widatmoko *et al.*, 2015). Menurut penelitian Wiratama *et al.*, (2010), produk makanan dapat mempengaruhi nilai kekerasan pada presentase kadar air, karakteristik bahan baku dan bahan pengikat. Hal ini sejalan dengan penelitian Manganti *et al.*, (2021), menyatakan bahwa hasil uji kekerasan *food bars* pada perbandingan tepung sagu dan tepung kacang hijau berkisar antara 58,00 hingga 79,70 yang dipengaruhi oleh kadar air. Semakin tinggi kadar air yang dihasilkan, maka tingkat kekerasan *crackers* akan

semakin rendah begitu sebaliknya jika kadar air dalam bahan semakin rendah maka tekstur yang dihasilkan menjadi keras.

Pengujian Warna

Hasil penelitian pengujian warna *crackers* dilakukan menggunakan aplikasi *colorimeter* dari *lab tools*, kemudian di dapatkan hasil berupa nilai L*, a*, b* yang dapat dilihat pada Tabel 5.

Warna merupakan kesan pertama yang dapat dilihat oleh indra penglihatan dan memegang peranan penting dalam menentukan penerimaan konsumen terhadap suatu produk pangan (Lasaji *et al.*, 2023). Berdasarkan hasil sidik ragam pada warna *crackers* menggunakan aplikasi *colorimeter* dengan perbandingan tepung ubi jalar ungu dan tepung kacang hijau menunjukkan tidak berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap nilai L* (*lightness*) dan nilai a* (*redness*), tetapi berpengaruh nyata pada nilai b* (*yellowness*). Berdasarkan Tabel 5, nilai b* (kuning) pada *crackers* memiliki nilai tertinggi pada perlakuan P5 (50% TUJU:50% TKH) berkisar 26,00 dan nilai terendah perlakuan P1 (90% TUJU:10% TKH) berkisar 20,00. Peningkatan nilai b* (*yellowness*) pada *crackers* dikarenakan presentase tepung kacang hijau yang semakin tinggi, sehingga memberikan warna kuning keemasan pada produk. Hal ini didukung oleh penelitian Fakhrudin *et al.*, (2020), warna kuning keemasan pada tepung

kacang hijau disebabkan oleh adanya senyawa flavonoid sekitar 4,71%. Selain itu, protein pada tepung kacang hijau dapat memicu terjadinya proses *mailard*. Nilai L* (kecerahan) pada *crackers* berkisar antara 30,67 hingga 32,15 dan nilai a* (merah) pada *crackers* berkisar antara 28,67 hingga 31,33. Pada nilai L* (warna kecerahan) dan nilai a* (warna merah) tidak berpengaruh nyata karena senyawa antosianin pada tepung ubi jalar ungu akan menutupi warna senyawa flavonoid pada tepung kacang hijau. Warna yang terdapat dalam bahan dapat disebabkan oleh beberapa sumber salah satunya karena adanya proses interaksi antara gula pereduksi dari pati dan gugus amino primer yang menghasilkan warna coklat yaitu melanoidin pada produk akhir selama proses pemanggangan yang menyebabkan terjadinya reaksi pencokelatan non-enzimatis atau reaksi *mailard* (Ladamay dan Yuwomo, 2014).

Evaluasi Sensoris

Evaluasi sensori merupakan metode yang digunakan untuk dan menafsirkan respon yang dirasakan dari suatu produk melalui indra manusia (Tarwendah, 2017). Berdasarkan hasil analisis sensoris *crackers* berbasis tepung ubi jalar ungu dan tepung kacang hijau meliputi tekstur, warna, rasa, aroma, penerimaan keseluruhan dan skoring tekstur kerenyahan yang dapat dilihat pada Tabel 6 hingga Tabel 8

Tabel 4. Nilai rata-rata pengujian tekstur kekerasan (*hardness*) *crackers* dari tepung ubi jalar ungu dan tepung kacang hijau

Perlakuan Tepung Ubi Jalar Ungu : Tepung Kacang Hijau	Kekerasan (Hardness) (N)
P1 (90 TUJU:10 TKH)	8,90±0,15 ^c
P2 (80 TUJU:20 TKH)	10,06±0,23 ^d
P3 (70 TUJU:30 TKH)	11,13±0,20 ^c
P4 (60 TUJU:40 TKH)	13,46±0,60 ^b

Keterangan: Nilai rata-rata standar deviasi (ulangan n=3). Nilai rata-rata diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perlakuan berpengaruh nyata ($P<0,05$)

Tabel 5. Nilai rata-rata pengujian warna *crackers* dari tepung ubi jalar ungu dan tepung kacang hijau

Perlakuan	Nilai L*	Nilai a*	Nilai b*	Nama Warna	Keterangan Warna
P1 (90 TUJU:10 TKH)	32,15±4,56 ^a	30,33±1,53 ^a	20,00±1,00 ^d	Ebi Brown	
P2 (80 TUJU:20 TKH)	31,90±2,68 ^a	31,00±1,00 ^a	21,00±1,00 ^{cd}	Dockside Red	
P3 (70 TUJU:30 TKH)	31,32±1,82 ^a	31,33±0,58 ^a	22,00±1,00 ^{bc}	Dockside Red	
P4 (60 TUJU:40 TKH)	30,67±0,51 ^a	30,00±2,00 ^a	23,00±1,00 ^b	Kenyan Copper	
P5 (50 TUJU:50 TKH)	32,12±3,27 ^a	28,67±1,53 ^a	26,00±1,00 ^a	Walnut	

Keterangan: Nilai rata-rata standar deviasi (ulangan n=3). Nilai rata-rata diikuti oleh huruf yang berbeda menunjukkan perlakuan berpengaruh nyata ($P<0,05$)

Tabel 6. Nilai rata-rata hedonik dan skoring *crackers* tepung ubi jalar ungu dan tepung kacang hijau

Perlakuan (TUJU:TKH)	Tekstur	Warna	Rasa
P1 (90 TUJU:10 TKH)	5,72±0,84 ^{ab}	6,12±0,88 ^b	5,88±1,01 ^a
P2 (80 TUJU:20 TKH)	5,48±0,96 ^{bc}	6,56±0,51 ^a	5,80±1,00 ^a
P3 (70 TUJU:30 TKH)	6,00±0,76 ^a	6,28±0,61 ^{ab}	5,84±0,62 ^a
P4 (60 TUJU:40 TKH)	5,76±0,83 ^{ab}	5,52±1,00 ^c	5,92±0,70 ^a
P5 (50 TUJU:50 TKH)	5,12±0,97 ^c	4,76±0,72 ^d	5,00±0,96 ^b

Keterangan: Nilai rata-rata standar deviasi (ulangan n=3). Nilai rata-rata diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perlakuan berpengaruh nyata ($P<0,05$). Kriteria uji hedonik (1) sangat tidak suka, (2) tidak suka, (3) agak tidak suka, (4) biasa, (5) agak suka, (6) suka, (7) sangat suka.

Tabel 7. Nilai rata-rata hedonik dan skoring *crackers* tepung ubi jalar ungu dan tepung

kacang hijau

Perlakuan (TUJU:TKH)	Aroma	Penerimaan Keseluruhan
P1 (90 TUJU:10 TKH)	6,28±0,68a	6,20±0,86ab
P2 (80 TUJU:20 TKH)	6,00±0,82ab	6,12±0,78ab
P3 (70 TUJU:30 TKH)	6,32±0,63a	6,40±0,50a
P4 (60 TUJU:40 TKH)	5,64±0,91b	5,88±0,66b
P5 (50 TUJU:50 TKH)	5,12±1,33c	4,84±0,94c

Keterangan: Nilai rata-rata standar deviasi (ulangan n=3). Nilai rata-rata diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perlakuan berpengaruh nyata ($P<0,05$). Kriteria uji hedonik (1) sangat tidak suka, (2) tidak suka, (3) agak tidak suka, (4) biasa, (5) agak suka, (6) suka, (7) sangat suka.

Tabel 8. Nilai rata-rata skoring *crackers* tepung ubi jalar ungu dan tepung kacang hijau

Perlakuan (TUJU:TKH)	Kerenyahan
P1 (90 TUJU:10 TKH)	3,44±0,92bc
P2 (80 TUJU:20 TKH)	3,48±0,82abc
P3 (70 TUJU:30 TKH)	3,96±0,74a
P4 (60 TUJU:40 TKH)	3,84±0,90ab
P5 (50 TUJU:50 TKH)	3,24±1,09c
P1 (90 TUJU:10 TKH)	3,44±0,92bc

Keterangan: Nilai rata-rata standar deviasi (ulangan n=3). Nilai rata-rata diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perlakuan berpengaruh nyata ($P<0,05$). Kriteria uji skoring (1) sangat tidak renyah, (2) tidak renyah, (3) agak renyah, (4) renyah, (5) sangat renyah

Tekstur

Tekstur merupakan ciri suatu bahan sebagai akibat dari perpaduan beberapa sifat sidik yang meliputi ukuran, bentuk, jumlah dan unsur-unsur pembentukan bahan yang dapat dirasakan oleh indera peraba dan perasa termasuk indera mulut dan penglihatan (Midayanto dan Yuwono, 2014). Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa perbandingan tepung ubi jalar ungu dan tepung kacang hijau berpengaruh nyata ($P<0,05$) terhadap tekstur *crackers*. Berdasarkan Tabel 6, hasil uji tekstur hedonik pada perlakuan P3 (70% TUJU: 30% TKH) dengan nilai 6,00 (suka) memiliki nilai tertinggi yang tidak berbeda jauh dengan P4 memiliki nilai 5,76 (agak

suka) dan P1 dengan nilai 5,72 (agak suka), sedangkan P5 (50% TUJU: 50% TKH) dengan nilai 5,12 (agak suka) memiliki nilai terendah yang tidak berbeda jauh dengan P2 memiliki nilai sebesar 5,48 (agak suka). Penurunan nilai tekstur ini berkorelasi dengan peningkatan presentase tepung kacang hijau dalam formulasi. Kacang hijau memiliki kandungan protein dan serat yang tinggi, sehingga dapat mempengaruhi struktur adonan dan sifat reologi pada produk akhir. Menurut penelitian Ponelo (2022), penambahan tepung kacang hijau yang semakin tinggi akan menurunkan tingkat kesukaan panelis terhadap tekstur roti baquette yang menghasilkan tekstur semakin keras, agak padat dan kurang

empuk. Nilai kekerasan dapat dipengaruhi oleh perbandingan amilosa dan amilopektin pada tepung kacang hijau sekitar 28,8% dan 71,2%, sehingga semakin tinggi kandungan amilosa pada pati maka akan menghasilkan produk yang lebih keras dan pejal (Sari, 2018). Hal ini sejalan dengan nilai hardness *crackers* yang mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya proporsi tepung kacang hijau dan diperkuat dengan hasil uji hedonik tekstur yaitu terdapat peningkatan pada P3 tetapi mengalami penurunan pada perlakuan P4 dan P5 yang menjadikan panelis menyukai tekstur yang tidak terlalu keras.

Warna

Warna merupakan faktor mutu yang paling menarik perhatian konsumen dan memberikan kesan makanan akan disukai atau tidak (Soekarto, 1985 dalam Tarwendah, 2017). Berdasarkan Tabel 6, hasil sidik ragam menunjukkan perbandingan tepung ubi jalar ungu dan tepung kacang hijau berpengaruh nyata ($P<0,05$) terhadap warna *crackers*. Nilai warna dengan berbagai perlakuan menunjukkan nilai berkisar antara 4,76 (biasa) hingga 6,56 (suka). Perlakuan P2 (80% TUJU:20% TKH) memiliki nilai tertinggi dengan skor 6,56 (suka) yang tidak berbeda jauh dengan P3 memiliki nilai sebesar 6,28 (suka), sedangkan P5 (50% TUJU:50% TKH) mendapatkan nilai terendah dengan skor 4,76 (biasa). Hal ini menunjukkan bahwa penambahan tepung

kacang hijau yang semakin tinggi akan menurunkan tingkat kesukaan panelis terhadap warna *crackers*. Warna ungu gelap pada *crackers* dihasilkan dari warna bahan baku tepung kacang hijau yang telah dicampur dengan tepung ubi jalar ungu, selain itu warna coklat pada produk akhir disebabkan oleh reaksi pencokelatan non-enzimatis (reaksi *mailard*) yang terjadi saat proses pemanggangan. Menurut penelitian Putri (2012), ada lima penyebab suatu bahan pangan mengalami perubahan warna yaitu akibat pigmen, reaksi karamelisasi, reaksi *mailard*, reaksi oksidasi dan pewarna aditif. Tepung kacang hijau mengandung protein tinggi yang menyebabkan terjadinya reaksi *mailard*. Reaksi *mailard* terjadi karena adanya interaksi antara gula pereduksi dari pati ubi jalar ungu dan gugus amino primer dari tepung kacang hijau yang akan memberikan warna coklat yaitu melanoidin pada produk akhir (Ladamay dan Yuwomo, 2014).

Rasa

Rasa merupakan aspek sensoris yang paling menentukan dalam penerimaan konsumen terhadap suatu produk pangan, termasuk *crackers*. Berdasarkan Tabel 6, hasil sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan perbandingan tepung ubi jalar ungu dan tepung kacang hijau berpengaruh nyata ($P<0,05$) terhadap rasa *crackers*. Nilai tertinggi pada perlakuan P4 (60% TUJU:40% TKH) dengan nilai 5,92 (suka) yang tidak berbeda jauh dengan P1 memiliki

nilai 5,88 (agak suka), P3 dengan nilai 5,84 (agak suka) dan P2 dengan nilai 5,80 (agak suka), sedangkan nilai terendah P5 (50% TUJU:50% TKH) dengan nilai 5,00 (agak suka). Penurunan nilai rasa pada perbandingan dengan kandungan kacang hijau yang lebih tinggi dapat dikaitkan dengan karakteristik flavor alami dari kacang hijau sendiri. Hal ini sejalan dengan penelitian Aprillia *et al.*, (2019), menyatakan bahwa semakin tinggi konsentrasi tepung kacang hijau, maka semakin kuat rasa khas kacang hijau yang dihasilkan pada *sponge cake*.

Aroma

Aroma merupakan bau dari produk makanan ketika senyawa volatil dari suatu makanan masuk ke rongga hidung dan dirasakan oleh sistem olfaktori. Senyawa volatil masuk ke dalam hidung ketika bernafas atau menghirupnya, namun dapat masuk dari belakang tenggorokan selama seseorang makan (Kemp *et al.*, 2009 dalam Tarwendah, 2017). Hasil sidik ragam menunjukkan perlakuan perbandingan tepung ubi jalar ungu dan tepung kacang hijau berpengaruh nyata ($P<0,05$) terhadap aroma *crackers*. Berdasarkan Tabel 7, aroma *crackers* dengan berbagai perlakuan menunjukkan nilai berkisar antara 5,12 (agak suka) hingga 6,28 (suka). Perlakuan P3 (70% TUJU:30% TKH) mendapatkan nilai tertinggi sebesar 6,32 (suka) yang tidak jauh beda dengan P1 memiliki nilai sebesar 6,28 (suka) dan P2 dengan nilai 6,00 (suka),

sedangkan perlakuan P5 (50% TUJU : 50% TKH) memiliki nilai terendah sebesar 5,12 (agak suka). Terjadinya penurunan kesukaan aroma seiring dengan peningkatan tepung kacang hijau. Kacang hijau sendiri memiliki aroma khas yaitu bau langu yang menyebabkan panelis kurang menyukai produk akhir yang dihasilkan (Mudjisiyono *et al.*, 2000). Pada perlakuan P5 memiliki nilai terendah karena aroma dari tepung kacang hijau yang khas akan mempengaruhi aroma pada *crackers*, sehingga panelis agak menyukai tetapi tidak mengeluarkan bau langu pada produk akhir *crackers*. Selain itu, aroma merupakan bau dan rasa yang sulit diukur karena setiap orang memiliki sensitifitas dan kesukaan yang berbeda-beda, sehingga penilaian akan berbeda setiap individu (Meilgard, 2000 dalam Ponelo *et al.*, 2022).

Penerimaan Keseluruhan

Penerimaan keseluruhan mencerminkan komprehensif panelis terhadap semua atribut sensoris produk, termasuk tekstur, warna, rasa, aroma dan kelembutan. Berdasarkan Tabel 7, hasil sidik ragam menunjukkan bahwa perbandingan tepung ubi jalar ungu dan tepung kacang hijau berpengaruh nyata ($P<0,05$) terhadap penerimaan keseluruhan pada *crackers*. Nilai skor pada penerimaan keseluruhan diperoleh perlakuan P3 (70% TUJU:30% TKH) dengan nilai tertinggi sebesar 6,40 (suka) yang tidak berbeda jauh dengan P1 memiliki nilai 6,20 (suka) dan P2

dengan nilai 6,12 (suka), sedangkan perlakuan P5 (50% TUJU:50% TKH) dengan nilai terendah sebesar 4,84 (biasa). Penurunan penerimaan keseluruhan pada *crackers* dengan presentase tepung kacang hijau lebih tinggi dapat dikaitkan dengan perubahan pada atribut sensoris yang disukai oleh panelis seperti tekstur yang tidak terlalu keras dan tidak terlalu renyah, warna yang tidak terlalu gelap dan tidak terlalu cerah, rasa khas kacang yang tidak terlalu dominan dan aroma yang tidak terlalu khas kacang.

Uji Skoring Kerenyahan

Kerenyahan merupakan karakteristik tekstur yang paling penting pada produk makanan kering berbahan dasar pati (Amertaningtyas *et al.*, 2010). Produk makanan kering yaitu *crackers* diolah dengan cara di panggang yang membuatnya memiliki tekstur yang renyah (Hapsari, 2022). Uji skoring kerenyahan tekstur dapat dilihat pada Tabel 6. Hasil sidik ragam menunjukkan perbandingan tepung ubi jalar ungu dan tepung kacang hijau berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap tekstur kerenyahan *crackers*. Nilai skoring terhadap tekstur kerenyahan berkisar antara 3,24 hingga 3,96. Nilai tertinggi diperoleh pada perlakuan P3 (70% TUJU:30% TKH) dengan nilai 3,96 (agak renyah) yang tidak berbeda jauh dengan perlakuan P4 memiliki nilai 3,84 (agak renyah) dan P2 dengan nilai 3,48 (agak renyah), sedangkan nilai terendah diperoleh perlakuan P5 (50% TUJU:50%

TKH) dengan nilai 3,24 yang memiliki kriteria agak renyah. Hal ini menyatakan bahwa semakin banyak penambahan tepung kacang hijau menghasilkan tekstur yang tidak renyah (keras). Pada data, nilai kerenyahan makin meningkat pada perlakuan P3 tetapi menurun pada perlakuan P4 dan P5 hal ini disebabkan oleh faktor luar seperti penyerapan air ketika disimpan pada jangka waktu tertentu yang menyebabkan terjadinya penurunan kerenyahan dan peningkatan kekerasan yang lebih tinggi (Harahap *et al.*, 2018). Menurut penelitian Linardi *et al.*, (2013), peningkatan tepung kacang hijau menghasilkan nilai kerenyahan yang menurun terhadap kerupuk tapioka dengan nilai sekitar 0,67 hingga 2,54.

Karakteristik Kimia Perlakuan Terbaik

Produk *crackers* perlakuan terbaik dalam penelitian ini ditentukan berdasarkan kombinasi hasil uji proksimat (kadar air dan protein) sesuai SNI, dan pengujian sensoris (tekstur, warna, rasa, aroma, penerimaan keseluruhan dan kerenyahan). Penentuan formulasi terbaik didasarkan pada kriteria evaluasi sensori tertinggi, serta kadar air dan kadar protein sesuai SNI. Berdasarkan hasil tersebut, P3 (70% tepung ubi jalar ungu : 30% tepung kacang hijau) dipilih sebagai formulasi terbaik., untuk mengetahui kualitas kimia dilakukan analisis lanjutan terhadap kadar lemak, kadar abu dan karbohidrat, serta dibandingkan dengan *crackers* berbasis terigu menggunakan *uji paired t-test* yang dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Nilai rata–rata karakteristik kimia *crackers* perlakuan terbaik dan *crackers* terigu

Komponen	Kontrol (Terigu)	P3 (TUJU 70% : TKH 30%)
Kadar Air	5,02±0,35 ^a	4,97±0,08 ^a
Kadar Protein	9,54±0,31 ^b	13,97±0,25 ^a
Kadar Serat Kasar	3,11±0,28 ^b	14,76±0,21 ^a
Kadar Abu	2,07±0,01 ^a	2,11±0,09 ^a
Kadar Lemak	11,13±0,30 ^b	12,52±0,19 ^a
Kadar Karbohidrat	72,23±0,11 ^a	66,44±0,60 ^b

Keterangan: Nilai rata–rata standar deviasi (ulangan n=3). Nilai rata–rata diikuti oleh huruf yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perlakuan berpengaruh nyata ($P < 0,05$)

Tabel 10. Nilai rata–rata dan perhitungan distribusi normal evaluasi sensoris *crackers* perlakuan terbaik dan *crackers* terigu

Parameter Sensoris	Kontrol (Terigu)	P3 (70% TUJU : 30% TKH)	Z hitung	Z tabel $\alpha = 0,025$
Tekstur	0,40±0,50 ^a	0,60±0,50 ^a	0,7071	2,131
Warna	0,20±0,41 ^b	0,80±0,41 ^a	2,1213	2,086
Rasa	0,44±0,51 ^a	0,56±0,51 ^a	0,4243	2,145
Aroma	0,56±0,51 ^a	0,44±0,51 ^a	0,4243	2,145
Penerimaan Keseluruhan	0,56±0,51 ^a	0,44±0,51 ^a	0,4243	2,145

Keterangan: Nilai rata–rata diikuti oleh huruf yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan bahwa berpengaruh signifikan dengan nilai $\alpha = 0,025$

Hasil uji *paired t-test* terhadap kadar air, kadar protein, kadar serat kasar, kadar abu, kadar lemak dan kadar karbohidrat antara dua perlakuan menunjukkan adanya perbedaan signifikan ($P < 0,05$). Perlakuan terbaik memiliki keunggulan pada kadar protein, kadar serat kasar dan kadar lemak, sedangkan untuk *crackers* terigu memiliki keunggulan pada kadar karbohidrat. Perlakuan P3 dipilih karena memiliki nilai tertinggi dan disukai panelis dengan kadar protein dan serat kasar yang cukup tinggi. Kandungan protein dan serat kasar pada P3 menghasilkan data yang lebih tinggi dibandingkan *crackers* terigu karena bahan baku yang digunakan salah satunya yaitu

tepung kacang hijau memiliki protein nabati yang cukup tinggi sekitar 24,7% (Nugraha, 2019) dan serat kasar sekitar 31,52% (Waisnawi *et al.*, 2019). Tingginya kandungan protein pada P3 disebabkan oleh kacang hijau yang kaya akan asam amino esensial. Selain itu, kadar serat kasar yang tinggi dikarenakan menggunakan seluruh bagian kacang hijau yang mengandung senyawa penyusun dinding sel tanaman (Fithri, 2007 *dalam* Yulianto, 2010). Selain itu, kadar lemak pada *crackers* perlakuan terbaik lebih tinggi sebesar 12,52% dibandingkan *crackers* terigu sebesar 11,13%. Hal ini disebabkan oleh kacang hijau mengandung lemak tidak jenuh seperti

asam linoleate dan asam oleat yang baik untuk kesehatan (Damayanti, 2020). Hal ini sejalan dengan penelitian Wati *et al.*, (2021), menyatakan bahwa penggunaan kacang hijau dalam produk makanan dapat meningkatkan kandungan lemak sehat dan cita rasa produk.

Kandungan karbohidrat *crackers* terigu lebih tinggi sebesar 72,23% dibandingkan *crackers* perlakuan terbaik sebesar 66,44%, hal ini disebabkan oleh peningkatan kadar protein, serat kasar dan lemak akan mengurangi persentase karbohidrat dalam perhitungan *by difference*. Hal ini diperkuat oleh penelitian Rakhmayati *et al.*, (2023), menyatakan bahwa peningkatan serat pangan dalam formulasi makanan berbasis pati dapat menurunkan total kadar karbohidrat yang dihitung secara tidak langsung. *Crackers* terigu memiliki nilai lebih rendah pada komposisi kimia kadar protein, serat kasar dan lemak dibandingkan nilai *crackers* perlakuan terbaik karena tepung terigu selama proses pembuatannya dihilangkan sebagian besar serat dan dedak yang mengandung banyak nutrisi. Hal ini didukung oleh penelitian Siddiqi *et al.*, (2020), menyatakan bahwa komposisi asam amino dalam gandum yaitu lisin, treonin dan metionin akan dikurangi selama proses pengolahan gandum menjadi berbagai produk, sehingga komponen ini sebagian atau sepenuhnya akan hilang selama proses penggilingan yang mengakibatkan penurunan kualitas nutrisi.

Menurut SNI 01-2973-1992, *crackers* dengan perlakuan P3 (70% tepung ubi jalar ungu : 30% tepung kacang hijau) memiliki komposisi kimia yang belum sesuai pada SNI yaitu kadar karbohidrat minimal 70%, kadar lemak minimal 7% dan kadar serat kasar maksimal 0,5%.

Pengujian Preferensi Berpasangan Perlakuan Terbaik

Pengujian preferensi berpasangan merupakan salah satu uji afeksi untuk mengetahui kesukaan konsumen yang diminta untuk memilih salah satu di antara dua produk yang telah diberikan kode dengan tiga digit angka acak berbeda. Panelis yang digunakan sebanyak 25 untuk mengidentifikasi sampel yang lebih disukai berdasarkan atribut sensori tekstur, aroma, warna, rasa dan penerimaan keseluruhan. Pengujian preferensi berpasangan menggunakan perhitungan distribusi normal yang dapat dilihat pada Tabel 10.

Hasil perhitungan distribusi normal menunjukkan bahwa hasil analisis sensoris tidak berpengaruh nyata terhadap tekstur, rasa, aroma dan penerimaan keseluruhan, tetapi berpengaruh signifikan terhadap warna. Hasil perhitungan distribusi normal pada pengujian warna memiliki nilai z tabel sebesar 2,086. Hal ini disebabkan oleh penambahan tepung ubi jalar ungu yang lebih tinggi dapat mempengaruhi perubahan warna pada *crackers* menjadi ungu gelap. Tepung ubi jalar ungu mengandung senyawa antosianin sebesar 20,196 mg (Prasetyo dan

Winardi, 2020), menyebabkan warna *crackers* menjadi lebih unik daripada produk komersial dengan warna kuning pucat sehingga menjadi hal baru untuk disukai oleh panelis. Hal ini sesuai dengan penelitian Anggrawati *et al.*, (2019), menyatakan bahwa makin besar substitusi tepung ubi jalar ungu termodifikasi maka semakin tinggi segi warna yang disukai oleh panelis.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian kimia, fisik dan organoleptik *crackers* maka dapat disimpulkan bahwa perbandingan tepung ubi jalar ungu dan tepung kacang hijau memberikan pengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap karakteristik kimia meliputi kadar air, kadar protein, dan kadar serat kasar, karakteristik fisik meliputi uji kekerasan (*hardness*) dan pengujian warna pada nilai b^* (*yellowness*) serta karakteristik sensoris meliputi tekstur, warna, rasa, aroma, penerimaan keseluruhan dan skoring kerenyahan. Tetapi, tidak berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap nilai L^* (*lightness*) dan nilai a^* (*redness*). Selain itu, penambahan tepung kacang hijau dapat meningkatkan kandungan protein, serat kasar dan tekstur kekerasan pada *crackers* tepung ubi jalar ungu. Karakteristik *crackers* terbaik diperoleh pada perbandingan 70% tepung ubi jalar ungu:30% tepung kacang hijau, berdasarkan sifat sensorisnya dengan karakteristik sensoris meliputi hedonik

tekstur 6,00 (suka), hedonik warna 6,28 (suka), hedonik rasa 5,84 (agak suka), hedonik aroma 6,32 (suka), penerimaan keseluruhan 6,40 (suka) dan skoring tekstur kerenyahan 3,96 (agak renyah). Karakteristik kimia meliputi kadar air 4,97%, kadar protein 13,97%, kadar serat kasar 14,76%, kadar abu 2,11%, kadar lemak 12,52% dan kadar karbohidrat 66,44%. Karakteristik fisik meliputi nilai kekerasan (*hardness*) 11,13 N, nilai warna L^* 31,32, nilai warna a^* 31,33 dan nilai warna b^* 22,00. Perlakuan terbaik *crackers* berbahan 70% tepung ubi jalar ungu:30% tepung kacang hijau bila dibandingkan dengan *crackers* terigu memiliki keunggulan pada kadar protein, kadar serat kasar dan kadar lemak, sedangkan untuk *crackers* terigu memiliki keunggulan pada kadar karbohidrat. Pengujian preferensi berpasangan pada *crackers* terigu dan *crackers* perlakuan terbaik berpengaruh signifikan pada segi sensoris warna.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian, peningkatan proporsi tepung kacang hijau dalam formulasi cenderung menghasilkan tekstur produk yang lebih keras. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan tidak menggunakan kulit ari pada pembuatan tepung kacang hijau untuk memperbaiki tekstur produk.

DAFTAR PUSTAKA

- AOAC. (1995). Method of Analysis. *Association of Official Analytical Chemistry*, Washington, DC. AOAC. (2005). Method of Analysis.

- Association of Official Analytical Chemistry*, Washington, DC.
- Aprilia, N. P. R. D., Yusa, N. M., dan Pratiwi, I. D. P. K (2019). Perbandingan Modified Cassava Flour (Mocaf) dengan Tepung Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.) Terhadap Karakteristik Sponge Cake. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*, 8(2), 171–180.
- BSN. (1992). SNI 01-2973-1992 Syarat Mutu Biskuit. *Badan Standarisasi Nasional*, Jakarta.
- BSN. (1995). SNI 01-3728-1995 Syarat Mutu Tepung Kacang Hijau. *Badan Standarisasi Nasional*, Jakarta.
- BSN. (2023). SNI 4493-2023 Syarat Mutu Ubi Jalar. *Badan Standarisasi Nasional*, Jakarta.
- Harahap, S., Purwanto, Y., Budijanto, S., dan Maharajaya, A. (2018). Karakteristik Kerenyahan dan Kekerasan Beberapa Genotipe Kentang (*Solanum tuberosum* L.) Hasil Pemuliaan. *Jurnal Pangan*, 26(3).
- Idayati, E. (2009). Kandungan Gizi Makanan Sapihan Bayi dari Ubi Jalar Dengan Kombinasi Kacang Hijau dan Pisang Ambon. *Jurnal Partner*, 16(1), 82–88.
- Khairunnisa, A., & Arbi, A. (2021). Praktikum Evaluasi Sensori. *Tangerang Selatan: Universitas Terbuka*.
- Ladamay, N dan Yuwono, S. (2014). Pemanfaatan Bahan Lokal Dalam Pembuatan Foodbars (Kajian Rasio Tapioka: Tepung Kacang Hijau dan Proporsi CMC). *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 2(1), 67–78.
- Lasaji, H., Assa, J. R., dan Taroreh, M. I. R. (2023). Kandungan Protein, Kekerasan dan Daya Terima Cookies Tepung Komposit Sagu Baruk (*Arenga microcarpa*) dan Kacang Hijau (*Vigna radiata*). *Jurnal Teknologi Pertanian*, 14(1), 58–71.
- Linardi, F., Kuswardani, I., dan Setijawati, E. (2013). Karakteristik Fisikokimia dan Organoleptik Kerupuk Pada Berbagai Proporsi Tapioka dan Tepung Kacang Hijau. *Jurnal Teknologi Pangan dan Gizi*, 12(2).
- Liu, J., Yu, L., dan Wu, Y. (2020). Bioactive Components and Health Beneficial Properties of Whole Wheat Foods. *Journal of agricultural and food chemistry*, 68(46), 12904–12915.
- Manganti, M., Mandey, L., dan Oessoe, Y. (2021). Pemanfaatan Tepung Sagu (*Metroxylon* sp.) dan Kacang Hijau (*Glycine Max* Merr.) dalam Pembuatan Produk Food Bars. *Sam Ratulangi Journal of Food Research*, 1(1), 44–54.
- Nugraha, R. (2019). Pemanfaatan Tepung Pisang Kepok Putih dan Tepung Kacang Hijau dalam Pembuatan Crispy Cookies Sebagai Snack Sumber Serat dan Rendah Natrium. *Arsip Gizi dan Pangan*, 4(2), 94–106.
- Nurali, E., Ruindungan, E., Taroreh, M., Rawung, D dan Ossoe, J. (2023). Pengembangan Snack Bar Tepung Komposit Pisang Goroho (*Musa acuminata*), Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea batatas* L.) dan Kacang Hijau (*Vigna radiata*). *Jurnal Agroekoteknologi Terapan*, 4(1), 54–66.
- Pehulisa, A., Pato, U., dan Rossi, E. (2016). Pemanfaatan Tepung Ubi Jalar Ungu dan Tepung Kulit Ari Kacang Kedelai dalam Pembuatan Flakes. *JOM Faperta*, 3(1).
- Ponelo, S., Bait, Y., dan Ahmad, L. (2022). Pengaruh Penambahan Tepung Kacang Hijau Termodifikasi Annealling Terhadap Karakteristik Fisik, Kimia dan Organoleptik Roti French Baquette. *Jambura Journal of Food Technology (JJFT)*, 4(2), 185–197.
- Putri, Fajri, M., dan Harmayani, E. (2010). Karakteristik Sensoris Cookies yang dibuat Dengan Substitusi Tepung Ampas Kelapa. *Tesis*, Fakultas Teknologi Hasil Perkebunan, Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Putri, D., Fitriani, S., Rifyan, E. (2024). Penggunaan Pati Sagu Pregelatinisasi dan Tepung Kacang Hijau dalam Pembuatan Crackers. *Journal of Tropical Agrifood*, 6(2), 67–76.
- Sari, M. (2018). Pengaruh Proporsi Tepung Mocaf (Modified Cassava Flour) dan Tepung Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.) Pada Pembuatan Food Bar Terhadap Tingkat Kekerasan dan Daya Terima. *Skripsi*, Program Studi Ilmu Gizi, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Siddiqi, R., Singh, T., Rani, M., Sogi, D., dan Bhat, M. (2020). Diversity in Grain, Flour, Amino Acid Composition, Protein Profiling, and Proportion of Total Flour Proteins of Different Wheat Cultivars of North India. *Frontiers in Nutrition*, 7, 141.
- Tarwendah, I. (2017). Jurnal Review: Studi Komparasi Atribut Sensoris dan Kesadaran Merek Produk Pangan. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 5(2), 66–73.
- Triana, R. N., Andarwulan, N., Affandi, A. R., Nur, R. C. (2015). Karakteristik sensori donat dengan penambahan emulsifier mono-diasilgliserol dari fully hydrogenated palm stearin. *Jurnal Mutu Pangan: Indonesian Journal of Food Quality*, 2(1), 34–40.
- Utami, H., Novidahlia, N., dan Aminullah. (2022). Sifat Mutu Kimia dan Sensori Cookies Tepung Kulit Buah Naga Merah (*Hylocereus*

- Polyrhizus) dengan Penambahan Tepung Kacang Hijau (*Vigna Radiata*). *Jurnal Agroindustri Halal*, 8(2), 270–277.
- Utami, P., Sugitha, I., dan Arihantana, N. (2018). Pengaruh Perbandingan Tepung Ubi Jalar Ungu dan Tepung Kedelai Terhadap Karakteristik Cookies. *Itepa: Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*, 7(3), 76–84.
- Waisnawi, P. A. G., Yusasrini, N. L. A., dan Ina, P. (2019). Pengaruh Perbandingan Tepung Suweg (*Amorphophallus campanulatus*) dan Tepung Kacang Hijau (*Vigna Radiate*) Terhadap Karakteristik Cookies. *Itepa: Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*, 8(1), 48–56.
- Wardani, L., Alamsyah, A., dan Utama, Q. (2018). Pengaruh Penambahan Tepung Kacang Hijau (*Vigna radiata*) Terhadap Karakteristik Kimia dan Organoleptik Kerupuk Singkong. *EduFood*, 3(2), 105–107.
- Widatmoko, R dan Estiasih, T. (2015). Karakteristik Fisikokimia dan Organoleptik Mie Kering Berbasis Tepung Ubi Jalar Ungu pada Berbagai Tingkat Penambahan Gluten. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 3(4), 1386–1392.
- Zhihui, D dan Wang, J. (2010). Comparison of Nutrient Components of Mung Bean Hull and Peeled Mung Bean. *Modern Food Science and Technology*, 26(6), 656–659