

Perbandingan Mocaf Dengan Tepung Kacang Merah (*Phaseolus vulgaris*) Terhadap Karakteristik Tortilla Bebas Gluten

Comparative study of mocaf and red bean flour to the characteristics of gluten-free tortillas

Andrea Rivanya Prameswary, Anak Agung Istri Sri Wiadnyani^{*}, I Putu Suparthana

Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana Kampus
Bukit Jimbaran, Badung-Bali, Indonesia

^{*}Corresponding Author: Anak Agung Istri Sri Wiadnyani,
Email: sriwiadnyani@unud.ac.id

Disetujui: 26 Februari 2026/ Diterima: 5 Juni 2026

Abstract

Tortilla is a type of flatbread commonly made from wheat flour. However, the gluten content in wheat poses health risks for individuals with celiac disease. Therefore, innovation in tortillas products with characteristics similar to wheat-based tortillas is needed. This study aimed to determine the effect of varying ratios of modified cassava flour (mocaf) and red bean flour on the chemical, physical, and sensory characteristics of gluten-free tortillas, as well as to identify the optimal formulation. The experimental design used a Completely Randomized Design (CRD) with six treatment ratios of mocaf to red bean flour (100:0, 90:10, 80:20, 70:30, 60:40, 50:50), each replicated three times. Observed parameters included moisture, protein, fiber, ash, fat, carbohydrates, antioxidant activity, texture profile (tensile strength, elongation, and hardness), and sensory evaluations (color, aroma, taste, texture, scoring, and overall acceptance). Data were analyzed using ANOVA and further tested with Duncan's Multiple Range Test (DMRT) at a significance level of $\alpha = 0.05$. The results showed that the flour ratio significantly affected all observed parameters. The best formulation was 70% mocaf:30% red bean flour, with a moisture content of 31,48%, protein 4,49%, fiber 5,02%, ash 2,99%, fat 6,95%, antioxidant activity 18,98%, tensile strength 0,06 MPa, elongation 35,66%, hardness 14,69 N. The sensory evaluation showed scores of slightly liked for color, taste, aroma, texture, and overall acceptance, while softness intensity was rated as slightly hard. Compared to wheat-based tortillas, the 70% mocaf:30% red bean flour formulation showed advantages in moisture, fiber, protein, ash, and antioxidant content.

Keywords: *tortilla, gluten-free, mocaf, red bean flour*

Abstrak

Tortilla merupakan produk pangan sejenis roti pipih yang biasanya dibuat dari tepung terigu, namun kandungan gluten pada terigu menjadi kendala bagi penderita celiac. Oleh karena itu, diperlukan inovasi tortilla dengan karakteristik yang mendekati tortilla terigu. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perbandingan mocaf dan tepung kacang merah terhadap karakteristik kimia, fisik dan sensoris tortilla bebas gluten, serta menentukan formulasi terbaik. Rancangan percobaan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan enam taraf perlakuan mocaf dan tepung kacang merah (100:0, 90:10, 80:20, 70:30, 60:40, 50:50) dan masing-masing perlakuan dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali sehingga diperoleh 18 unit percobaan. Parameter yang diamati meliputi kadar air, protein, serat, abu, lemak, karbohidrat, aktivitas antioksidan, uji tekstur (kuat tarik, elongasi, kekerasan), serta uji sensoris (warna, aroma, rasa, tekstur, intensitas kelembutan dan penerimaan keseluruhan). Data dianalisis menggunakan ANOVA (sig. 0,05) dan uji lanjut DMRT ($\alpha = 0,05$). Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbandingan mocaf dan tepung kacang merah memberikan pengaruh nyata terhadap seluruh parameter yang diuji. Perlakuan terbaik diperoleh pada formulasi 70% mocaf :30% tepung kacang merah, dengan kadar air 31,48%, kadar protein 4,49%, kadar serat 5,02%, kadar abu 2,99%, kadar lemak 6,95%, kadar antioksidan

18,98%, kuat tarik 0,06 MPa, elongasi 35,66%, *hardness* 14,69 N, hedonik warna, rasa, aroma, tekstur, penerimaan keseluruhan agak suka, intensitas kelembutan agak keras. Dibandingkan dengan tortilla terigu maka formulasi 70% mocaf:30% tepung kacang merah menunjukkan keunggulan pada kadar air, serat, protein, abu dan antioksidan.

Kata kunci: *tortilla, bebas gluten, mocaf, tepung kacang merah*

PENDAHULUAN

Tortilla merupakan makanan tradisional Meksiko yang berbentuk *chips* atau lembaran bulat yang memiliki ketebalan yang beragam (If'all et al., 2018). Tortilla termasuk golongan roti pipih atau *flatbread* tanpa ragi yang dapat diolah menjadi berbagai jenis makanan. Beberapa dekade terakhir, popularitas tortilla meningkat pesat dan telah menyebar ke seluruh dunia. Tortilla di Indonesia sangat digemari masyarakat karena dapat digunakan dalam beberapa macam kudapan seperti, taco, kebab, quesadilla (Muzaki, 2022). Tortilla memiliki tekstur fleksibel sehingga dapat digulung dan dilipat tanpa menimbulkan retak (Posner et al., 2014). Adonan tortilla umumnya terbuat dari terigu, garam, *baking powder*, minyak dan air.

Kandungan terigu pada tortilla dapat dijadikan sumber energi yang baik karena mengandung kalori dan karbohidrat yang tinggi (Anggelica, 2022). Namun, bagi penderita *celiac* tidak dianjurkan untuk mengonsumsi

makanan yang berbahan dasar terigu, dikarenakan terigu mengandung *gluten* yang dapat menghambat penyerapan nutrisi pada penderita *celiac* (Eugene & Asmoro, 2022). *Gluten* merupakan protein kompleks yang secara alami terdapat dalam biji-bijian seperti gandum, barley, dan berperan dalam memberikan kekenyalan dan elastisitas pada adonan (Li et al., 2025). Selain itu, meningkatnya kesadaran akan kesehatan dan diet khusus telah mendorong tren makanan bebas *gluten*. Oleh karena itu, diperlukan bahan pengganti terigu yang memiliki karakteristik serupa. Salah satu bahan yang telah dikembangkan sebagai alternatif adalah mocaf.

Mocaf merupakan tepung yang dibuat dari singkong melalui proses fermentasi dengan memanfaatkan aktivitas bakteri asam laktat (BAL) salah satu bakteri yang digunakan adalah *Lactobacillus plantarum*, sehingga dapat meningkatkan sifat fungsional dari tepung singkong (Pramudiati, 2023). Beberapa keunggulan yang dimiliki mocaf seperti tekstur yang lebih lembut,

kemampuan menyerap air yang lebih baik, dan rasa yang lebih netral dibandingkan tepung singkong biasa. Kandungan gizi yang ada di mocaf adalah pati 87,3%, serat 3,5 % dan protein 1,2%. Penggunaan mocaf dalam berbagai produk pangan telah menunjukkan hasil yang menjanjikan, terutama dalam produk roti dan kue bebas gluten (Aini & Sudarminto, 2020). Berdasarkan beberapa penelitian, penggunaan mocaf dalam berbagai produk menghasilkan produk dengan kandungan protein yang cukup rendah. Hal ini didukung oleh penelitian Ratnawati et al. (2019) dan Arsyad (2016), menunjukkan bahwa semakin bertambahnya substitusi mocaf maka kandungan protein di dalam biskuit semakin menurun.

Salah satu cara untuk mengatasi kekurangan protein pada mocaf adalah menambahkan bahan baku kaya akan protein, seperti tepung kacang merah dapat menjadi solusi yang tepat. Kacang merah (*Phaseolus vulgaris*) merupakan pangan lokal yang dikenal kaya akan protein, serat, vitamin, dan mineral, serta dapat memberikan nilai tambah nutrisi pada produk pangan (Celmeli et al., 2018). Serat yang dimiliki kacang merah mencapai 4 g/100 g (Afriansyah, 2010

dalam Syafutri, 2021) kandungan protein pada kacang merah sekitar 22,1 g/100 g bahan (Syafutri, 2021), menjadikannya sumber protein nabati tertinggi kedua setelah kacang kedelai (Kim et al., 2021). Selain manfaat proteinnya, tepung kacang merah juga kaya akan kandungan antioksidan. Roy et al. (2020) menemukan tepung ini mengandung 11,15 mg/g polifenol. Kandungan polifenol dapat membantu melindungi tubuh dari kerusakan oksidatif dan mengurangi risiko penyakit kronis (Fauziyah et al., 2017). Penambahan tepung kacang merah pada produk pangan telah terbukti memberikan dampak positif, seperti yang ditunjukkan dalam penelitian Sepriyani et al. (2020), menyatakan bahwa penambahan 75% tepung kacang merah pada terigu menghasilkan produk dengan kadar protein tertinggi dan Binalopa et al. (2023) menyatakan bahwa substitusi 60% tepung kacang merah pada tepung labu kuning dapat meningkatkan kadar protein produk secara signifikan. Namun, perlu diperhatikan bahwa penambahan tepung kacang merah sebaiknya dibatasi hingga 50%, karena dapat mempengaruhi tekstur dan karakteristik sensoris produk, seperti yang dikatakan oleh

Aulia et al. (2024) bahwa penggunaan kacang merah 60% menghasilkan tekstur *cookies* yang semakin keras dan padat, sehingga menurunkan tingkat kesukaan panelis. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perbandingan mocaf dan tepung kacang merah terhadap karakteristik tortilla bebas gluten serta mengetahui tingkat perbandingan mocaf dan tepung kacang merah yang tepat untuk menghasilkan tortilla dengan karakteristik terbaik.

METODE

Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan untuk penelitian ini adalah tepung mocaf (Ladang lima) yang diperoleh dari Toko Kasih, Kec. Kuta Selatan, kacang merah yang diperoleh dari Pasar Badung, garam, *baking powder* (R&W), minyak goreng (Sania), air. Bahan kimia yang digunakan pada analisis meliputi: aquades, alkohol, tablet kjeldahl, H_2SO_4 pekat, NaOH 50%, NaOH PA, indikator phenolphthalein (PP), asam borat (H_3BO_3) 3%, HCl 0,1 N, n-Heksan, serbuk DPPH (2,2-Diphenyl-1-Picrylhydrazyl) merek aldrich dan metanol PA.

Alat Penelitian

Alat yang diperlukan adalah blender bumbu kering merk cosmos, teflon merk maxim, spatula, saringan 80 mesh (*Sieve*), baskom, timbangan digital, gelas ukur, mangkuk, sendok, *rolling pin*, kompor (*Rinnai*). Alat yang digunakan untuk analisis karakteristik kimia dan fisik tortilla adalah mortar, cawan porselin, oven dryer (*Glotech GTLDO-423*), timbangan analitik (*Radwag AS 220.R2 PLUS*), tanur (*Daihan FH-14*), pinset (*Onemed*), pipet volume, pipet tetes, pemanas bunsen, labu kjeldahl, spektrofotometri (*Genesys 10S UV-Vis*), labu takar, labu lemak, erlenmeyer, beaker glass (*Iwaki*), tabung reaksi, gelas ukur, corong, vortex (*Maxi Mix II Type 367000*), waterbath, sentrifuge, rak tabung, desikator, kertas saring (Whatman No. 42), benang wol, destilator, ekstraksi soxhlet, texture analyzer (*TAXT Plus Texture Analyzer, type TAI*) dan RAMT yang digunakan untuk kuat tarik dan elongasi, perangkat komputer dan lembar kuisioner.

Rancangan Penelitian

Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan perlakuan perbandingan tepung mocaf dan tepung kacang merah yang

digunakan pada pembuatan tortilla bebas gluten yang terdiri dari 6 taraf, yaitu :

P0 = 100% tepung mocaf : 0% tepung kacang merah; P1 = 90% tepung mocaf : 10% tepung kacang merah; P2 = 80% tepung mocaf : 20% tepung kacang merah; P3 = 70% tepung mocaf : 30% tepung kacang merah; P4 = 60% tepung mocaf : 40% tepung kacang merah; P5 = 50% tepung mocaf : 50% tepung kacang merah. Masing-masing perlakuan dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali sehingga diperoleh 18 unit percobaan.

Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian terdiri dari persiapan alat dan bahan kemudian dilakukan pembuatan tepung kacang merah dan pembuatan tortilla bebas gluten. Pembuatan Tepung Kacang Merah. Tahapan pembuatan tepung kacang merah mengacu pada Pangastuti et al. (2013) yang telah dimodifikasi Pada pembuatan tepung kacang merah diawali dengan memilih kacang merah dengan kriteria berwarna merah tua cerah, kering dan beraroma segar sebanyak 100 g, kemudian dicuci dengan air mengalir dan direndam dengan perbandingan kacang merah dan air 1 : 10 (b/v) selama 24 jam. Selanjutnya, kacang merah ditiriskan selama 10 menit yang kemudian

dikeringkan menggunakan oven dengan suhu pengeringan 60°C selama 24 jam. Setelah itu, dilakukan penggilingan dan pengayakan 80 mesh. Hasilnya adalah tepung kacang merah yang siap digunakan.

Pembuatan Tortilla Bebas Gluten

Proses pembuatan tortilla mengacu pada Salsabila et al. (2022) yang telah dimodifikasi pada penggunaan tepung terigu menjadi tepung mocaf dan tepung kacang hijau menjadi tepung kacang merah, dimulai dengan menimbang atau mengukur tepung mocaf, tepung kacang merah, garam, *baking powder*, minyak sawit dan air. Formulasi bahan dapat dilihat pada Tabel 1. Bahan yang telah ditimbang dicampurkan ke dalam mangkuk besar, diikuti dengan penambahan minyak dan air. Campuran ini di aduk menggunakan spatula hingga merata. Setelah itu, adonan diuleni sampai kalis dan dibagi menjadi 4 bagian serta didiamkan selama 30 menit. Setiap bagian adonan dipipihkan menggunakan *rolling pin* hingga tipis sekitar 0,1 cm. Teflon dipanaskan, lalu lembaran tortilla dimasukkan dan dipanggang hingga muncul gelembung dan warnanya kecoklatan di kedua sisinya, sebagaimana yang diacu dalam Salsabila et al. (2022). Tortilla dipanggang selama

sekitar 30 detik di setiap sisi hingga matang. Adapun formulasi pembuatan

tortilla bebas gluten dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Formulasi pembuatan tortilla bebas gluten

Formulasi	Perlakuan					
	P0	P1	P2	P3	P4	P5
Tepung Mocaf (g)	100	90	80	70	60	50
Tepung Kacang Merah (g)	0	10	20	30	40	50
<i>Baking Powder</i> (g)	3	3	3	3	3	3
Garam (g)	2	2	2	2	2	2
Air (ml)	60	60	60	60	60	60

Keterangan: Jumlah campuran tepung mocaf dan tepung kacang merah dalam setiap perlakuan adalah 100 g.

Parameter yang Diamati

Parameter yang diamati dalam penelitian ini adalah karakteristik kimia, karakteristik fisik dan sensoris produk. Karakteristik kimia diamati dengan uji kadar air menggunakan metode pengeringan (Sudarmadji et al., 1997), kadar protein menggunakan metode kjeldahl (Sudarmadji et al., 1997), kadar serat kasar menggunakan hidrolisis asam basa (Sudarmadji et al., 1984). Karakteristik fisik diamati melalui uji tekstur (Kuat tarik, Elongasi dan *Hardness*). Karakteristik sensoris diamati dengan uji hedonik meliputi atribut warna, aroma, rasa, tekstur, dan penerimaan keseluruhan serta uji intensitas pada tekstur tortilla bebas gluten. Perlakuan dengan karakteristik terbaik dilanjutkan dengan uji kadar abu

menggunakan metode pengabuan kering (Sudarmadji et al., 1997), kadar lemak menggunakan metode soxhlet (Sudarmadji et al., 1997), kadar karbohidrat menggunakan *carbohydrate by different* (Sudarmadji et al., 1997), aktivitas antioksidan dengan metode DPPH (Hanani et al., 2005 dalam Braja et al., 2021). Kemudian dibandingkan dengan tortilla terigu komersial untuk menentukan apakah tortilla bebas gluten dapat menjadi alternatif tortilla berbahan dasar terigu.

Analisis Data

Data yang diperoleh dari hasil penelitian dianalisis secara statistik menggunakan *Analysis Of Variance* (ANOVA) dan apabila terdapat pengaruh perlakuan terhadap parameter maka dilanjutkan dengan *Duncan's Multiple Range Test*

(DMRT) dengan taraf signifikansi 0,05 pada program *SPSS IBM SPSS Statistics* 25. Perlakuan terbaik dianalisis menggunakan *paired T-test*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil analisis karakteristik kimia bahan baku diperoleh nilai rata-rata yang dapat dilihat pada Tabel 2. Hasil Analisis Kimia Tortilla Bebas Gluten. Berdasarkan hasil analisis karakteristik kimia tortilla bebas gluten berbasis mocaf dan tepung kacang merah meliputi kadar air, kadar protein dan kadar serat diperoleh hasil yang dapat dilihat pada Tabel 3.

Kadar Air

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa perbandingan antara mocaf dan kacang merah berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap kadar air tortilla. Berdasarkan data yang ditampilkan pada Tabel 3, kadar air tortilla berkisar antara 28,00% sampai 33,17%. Perlakuan terendah dimiliki oleh P0 (100% mocaf) sebesar 28,00%, sedangkan kadar air tertinggi terdapat pada perlakuan P5 (50% mocaf : 50% tepung kacang merah) dengan nilai 33,17%. Kadar air pada tortilla cenderung meningkat seiring bertambahnya proporsi tepung kacang

merah dalam formulasi. Hal ini menunjukkan bahwa tepung kacang merah memiliki kemampuan mengikat air yang lebih tinggi dibandingkan dengan mocaf. Kandungan protein dan serat dalam tepung kacang merah menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi peningkatan kadar air, karena kedua komponen tersebut mampu menahan air dalam struktur adonan (Samuel et al., 2019). Serat dan protein memiliki gugus hidroksil dan gugus fungsional lain yang mampu membentuk ikatan hidrogen dengan molekul air, sehingga dapat menyerap dan menahan air lebih banyak. Penelitian lestari (2016) dalam Wijaya (2022) menyatakan bahwa tepung kacang merah diketahui memiliki daya ikat air yang lebih tinggi dibandingkan dengan terigu. Kondisi ini menyebabkan proses penguapan air selama tahap pemanggangan tidak berlangsung secara optimal, sehingga produk akhir cenderung memiliki kadar air yang cukup tinggi. Hal ini didukung oleh penelitian yang dilakukan oleh Pourafshar (2014) pada tortilla terigu dan Istikomah (2018) pada tortilla kacang hijau dengan kadar air sekitar 38%-47%.

Tabel 2. Nilai rata-rata karakteristik kimia pada mocaf dan tepung kacang merah (TKM)

Komponen	M	TKM
Kadar Air (%)	9,05±0,12a	9,46±0,30a
Kadar Protein (%)	1,91±0,10b	18,43±0,60a
Kadar Serat Kasar (%)	2,57±0,46b	3,42±0,34a
Kadar Abu (%)	0,97±0,01b	3,43±0,06a
Kadar Lemak (%)	0,54±0,04b	4,47±0,08a
Kadar Antioksidan (%)	8,85±0,33b	22,45±0,47a
Kadar Karbohidrat (%)	85,0±0,16a	66,65±0,87b

Keterangan: Nilai rata-rata standar deviasi (ulangan n=3). Nilai rata-rata diikuti oleh huruf yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perlakuan berbeda nyata berdasarkan hasil uji *paired t-test* (Sig. (2-tailed) <0,05). (M) mocaf, (TKM) tepung kacang merah.

Tabel 3. Nilai rata-rata kadar air, kadar protein dan kadar serat tortilla bebas gluten

Perlakuan (M:TKM)	Kadar Air (%)	Kadar Protein (%)	Kadar Serat (%)
P0 (100:0)	28,00±0,10a	1,58±0,04a	2,39±0,14a
P1 (90:10)	29,52±0,37b	2,14±0,19a	3,26±0,45b
P2 (80:20)	30,67±0,34c	3,18±0,58b	4,34±0,48c
P3 (70:30)	31,88±0,12d	4,49±0,51c	5,02±0,47d
P4 (60:40)	32,61±0,18e	5,42±0,54d	5,84±0,29e
P5 (50:50)	33,17±0,16f	6,36±0,46e	8,06±0,13f

Keterangan: Nilai rata-rata standar deviasi (ulangan n=3). Nilai rata-rata diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perlakuan berbeda nyata.

Kadar Protein

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa variasi proporsi tepung mocaf dan tepung kacang merah memberikan pengaruh yang signifikan ($P < 0,05$) terhadap kadar protein pada produk tortilla bebas gluten. Berdasarkan data yang dapat dilihat pada Tabel 3, kadar protein mengalami peningkatan seiring bertambahnya

presentase penggunaan tepung kacang merah dalam formulasi. Nilai kadar protein berkisar antara 1,58% sampai 6,36%, dimana kadar terendah terdapat pada perlakuan P0(100% mocaf) yang tidak berbeda signifikan dengan P1, hal ini dapat disebabkan oleh presentase tepung kacang merah masih terlalu sedikit sehingga tidak dapat memberikan

pengaruh nyata terhadap kadar protein. Aprilia et al. (2022) dalam penelitiannya tentang substitusi tepung kacang-kacangan pada *cookies*, mengatakan bahwa pengaruh nyata terhadap kadar protein dapat terlihat signifikan setelah presentase substitusi melewati 20% dan kadar tertinggi diperoleh oleh perlakuan P5 (50% mocaf :50% tepung kacang merah). Peningkatan kadar protein ini berkaitan dengan komposisi nutrisi dari masing-masing bahan baku. Mocaf memiliki kadar protein relatif rendah, yaitu 1,91% hal ini sesuai dengan pernyataan Salim (2011) dalam Damayanti et al. (2014) yang menyebutkan bahwa mocaf memiliki protein berkisar antara 1,2% hingga 2%. Sebaliknya, tepung kacang merah mengandung protein dalam jumlah yang lebih tinggi, yakni sekitar 18,43%. Pernyataan ini didukung oleh Syafutri (2021) yang melaporkan bahwa protein pada tepung kacang merah dapat mencapai sekitar 22,1%. Oleh karena itu, penambahan tepung kacang merah berkontribusi terhadap peningkatan kadar protein pada produk akhir. Hal ini sejalan dengan penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Syaiful et al. (2022), yang menyatakan bahwa substitusi tepung kacang merah dalam pembuatan tortilla

chips secara signifikan meningkatkan kadar protein seiring bertambahnya proporsi yang digunakan. Penelitian lain oleh Hati et al. (2019) pada produk *cookies* juga menunjukkan hasil serupa, dimana tepung kacang merah terbukti meningkatkan nilai protein produk secara signifikan dan pada penelitian yang dilakukan oleh Istikomah (2018) pada tortilla berbahan kacang hijau menghasilkan protein mencapai 12,5%.

Kadar Serat

Hasil analisis menunjukkan bahwa formulasi tepung mocaf dan tepung kacang merah memberikan pengaruh yang signifikan ($P < 0,05$) terhadap kadar serat pada produk tortilla bebas gluten. Berdasarkan data pada Tabel 3, kadar serat meningkat secara konsisten seiring dengan bertambahnya proporsi tepung kacang merah. Nilai kadar serat berkisar antara 2,39% hingga 8,06%, dengan kadar terendah terdapat pada P0 (100% mocaf) dan kadar tertinggi pada P5 (50% mocaf:50% kacang merah). Peningkatan kadar serat ini dapat dijelaskan melalui karakteristik bahan penyusunnya. Tepung mocaf memiliki kandungan serat kasar yang relatif rendah, yaitu sekitar 2,57%, sejalan dengan laporan Sari et al. (2020) yang menyebutkan bahwa kadar serat

mocaf berkisar 1,3% hingga 2,05%. Sementara itu, tepung kacang merah diketahui memiliki kandungan serat yang lebih tinggi, yaitu sekitar 3,42%, didukung oleh temuan yafutri (2021) yang melaporkan bahwa kadar serat tepung kacang merah berkisar antara 3-6%. Oleh karena itu, peningkatan kadar serat pada semakin tinggi persentase kacang merah merupakan dampak langsung dari kontribusi serat yang berasal dari bahan tersebut. Kandungan serat yang terlalu tinggi dapat menyebabkan tekstur tortilla menjadi lebih padat, kering, dan mudah retak, karena serat memiliki kemampuan mengikat air yang kuat, namun tidak sepenuhnya berkontribusi pada elastisitas produk. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Ekafiana et al. (2022), yang menunjukkan bahwa substitusi tepung kacang merah secara nyata meningkatkan kadar serat pangan pada produk mie basah. Penelitian lain oleh Inayah (2017) dalam Christa et al. (2024) juga membuktikan bahwa penggunaan tepung legume, termasuk kacang merah, berperan dalam peningkatan serat pada produk olahan bebas gluten.

Hasil Uji Karakteristik Fisik

Berdasarkan hasil analisis karakteristik fisik tortilla bebas gluten berbasis mocaf dan tepung kacang merah meliputi kuat tarik, elongasi, *hardness* diperoleh hasil yang dapat dilihat pada Tabel 4.

Kuat Tarik

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan perbandingan mocaf dan tepung kacang merah pada tortilla berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap kuat tarik tortilla. Kuat tarik mengukur seberapa besar gaya yang dibutuhkan untuk merobek atau memutuskan produk (Hamzah et al., 2021). Nilai kuat tarik yang dapat dilihat pada Tabel 4 menunjukkan hasil cenderung menurun seiring meningkatnya jumlah tepung kacang merah dalam formulasi. Pada P0 (100% mocaf) menunjukkan nilai kuat tarik tertinggi yaitu 0,07 MPa, sedangkan P5 (50% mocaf : 50% tepung kacang merah) mengalami penurunan menjadi 0,04 MPa. Hal ini menunjukkan bahwa tortilla semakin rentan terhadap tarikan dan mudah patah saat proporsi kacang merah meningkat. Penurunan ini berkaitan dengan sifat fisikokimia tepung kacang merah, yang kaya akan serat dan protein. Serat pangan, khususnya serat tidak larut, memiliki struktur kaku dan tidak fleksibel, dimana dalam jumlah

tinggi akan mengganggu pembentukan adonan (Christa et al., 2024). Protein pada kacang merah sendiri seperti globulin dan albumin tidak mampu membentuk jaringan elastis seperti gluten, sehingga tidak dapat meningkatkan elastisitas atau kuat tarik adonan secara signifikan sehingga tidak dapat mempertahankan struktur adonan yang lebih baik saat diberikan tarikan atau tekanan (Astriati et al., 2022). Hasil

ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Kuen et al. (2017), yang melaporkan bahwa peningkatan substitusi tepung kacang-kacangan seperti chickpea dan okara dalam pembuatan mie menyebabkan penurunan nilai kuat tarik produk secara signifikan. Mie memerlukan elastisitas agar tidak putus saat penarikan, begitu pula tortilla yang harus fleksibel.

Tabel 4. Nilai rata-rata kuat tarik, elongasi dan *hardness* tortilla bebas gluten mocaf dan tepung kacang merah

Perlakuan (M:TKM)	Kuat Tarik (Mpa)	Elongasi (%)	<i>Hardness</i> (N)
P0 (100:0)	0,07±0,00e	56,52±0,77f	7,35±0,34a
P1 (90:10)	0,06±0,00d	43,82±0,54e	9,73±0,17b
P2 (80:20)	0,05±0,00bc	38,74±0,59d	10,40±0,13c
P3 (70:30)	0,06±0,00cd	35,66±0,66c	14,69±0,29d
P4 (60:40)	0,05±0,00b	16,74±0,96b	19,82±0,21e
P5 (50:50)	0,04±0,00a	11,20±0,59a	20,38±0,04f

Keterangan: Nilai rata-rata standar deviasi (ulangan n=3). Nilai rata-rata diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perlakuan berbeda nyata.

Elongasi

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan perbandingan mocaf dan tepung kacang merah pada tortilla berpengaruh nyata ($P<0,05$) terhadap elongasi tortilla. Elongasi adalah indikator elastisitas, yaitu seberapa jauh tortilla dapat diregangkan sebelum putus (Nuriyah et al., 2018). Nilai ini penting karena mencerminkan fleksibilitas

produk yang sangat dibutuhkan dalam tortilla agar tidak mudah patah saat dilipat atau digulung. Daya elongasi mengalami penurunan signifikan dari P0 ke P5 yang dapat dilihat pada Tabel 4. Pada P0, tortilla masih mampu diregangkan hingga 56,52%, namun pada P5 nilai ini menurun drastis menjadi 11,20%. Penurunan elastisitas ini erat kaitannya dengan komposisi

serat dalam tepung kacang merah yang tinggi. Serat ini bersifat kaku dan memperkeras matriks adonan, sehingga mengurangi kemampuan untuk menahan regangan sebelum putus (Christa,2024). Fitriani (2015) juga menunjukkan bahwa produk yang mengandung tepung non gluten cenderung memiliki nilai elongasi rendah karena tidak terbentuknya struktur jaringan seperti pada adonan berbasis gluten. Seiring dengan penurunan elongasi, nilai kuat tarik tortilla juga menunjukkan kecenderungan menurun seiring bertambahnya proporsi tepung kacang merah. Dengan begitu, peningkatan penggunaan tepung kacang memperburuk sifat elastis dan mekanik tortilla, yang ditandai dengan penurunan elongasi dan kuat tarik secara bersamaan.

Hardness

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan perbandingan mocaf dan tepung kacang merah pada tortilla berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap *hardness* tortilla. Kekerasan (*hardness*) mengukur gaya maksimum yang dibutuhkan untuk menekan produk hingga titik tertentu. Nilai ini berkaitan dengan kerapatan jaringan bahan dan kadar air terikat. Tekstur yang terlalu

keras cenderung mengurangi kenyamanan saat dimakan. Berbeda dari dua parameter sebelumnya, nilai kekerasan justru meningkat secara progresif seiring penambahan tepung kacang merah. Kekerasan P0 tercatat 7,35 N, dan terus meningkat hingga mencapai 20,38 N pada P5. Nilai ini mengindikasikan bahwa tortilla menjadi lebih keras dan padat. Fenomena ini dapat dijelaskan oleh meningkatnya kadar serat dan protein yang memiliki kapasitas tinggi dalam menyerap dan mengikat air. Penelitian oleh Tomic et al. (2019) menyatakan bahwa semakin tinggi kadar protein dari sumber non-gluten, semakin besar kemungkinan terbentuknya tekstur keras pada roti karena tidak terbentuknya struktur elastis yang menyimpan air dalam matriks. Martínez et al. (2014) juga menambahkan bahwa protein legume yang mengalami denaturasi selama pemanggangan dapat memperkuat struktur adonan secara mekanis, namun tidak memberikan sifat lentur layaknya protein gluten. Ekafiana et al. (2022) juga mendukung bahwa kandungan serat yang tinggi pada kacang merah dapat menyebabkan tekstur tortilla menjadi lebih padat, kering, dan mudah retak, karena serat memiliki kemampuan

mengikat air yang kuat, namun tidak sepenuhnya berkontribusi pada elastisitas produk.

Hasil Evaluasi Sensoris

Berdasarkan hasil analisis evaluasi sensoris tortilla bebas gluten berbasis mocaf dan tepung kacang merah meliputi warna, rasa, aroma, tekstur, uji intensitas dan penerimaan keseluruhan yang dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Nilai rata-rata hedonik warna, aroma dan rasa tortilla bebas gluten mocaf dan tepung kacang merah

Perlakuan (M:TKM)	Hedonik Warna	Hedonik Aroma	Hedonik Rasa
P0 (100:0)	5,83±1,31bc	5,50±1,04a	5,36±0,92ab
P1 (90:10)	6,13±0,97c	5,76±1,07a	6,10±1,09c
P2 (80:20)	5,73±1,04bc	5,66±1,02a	6,00±0,90c
P3 (70:30)	5,73±0,78bc	5,63±1,21a	5,93±1,11bc
P4 (60:40)	5,50±0,86b	5,43±1,25a	5,86±1,13bc
P5 (50:50)	4,76±1,30a	5,40±1,27a	5,26±1,38a

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

Tabel 6. Nilai rata-rata hedonik tekstur, intensitas kelembutan dan penerimaan keseluruhan tortilla bebas gluten mocaf dan kacang merah

Hedonik Tekstur	Intensitas Kelembutan	Penerimaan Keseluruhan
5,03±1,42a	3,00±0,87d	5,40±1,00ab
5,86±1,00b	2,50±0,97bc	6,00±0,94b
5,43±1,10ab	2,30±0,79abc	5,93±0,90b
5,26±1,38ab	2,16±0,91cd	5,70±1,14b
5,33±1,15ab	2,03±0,96ab	5,70±0,98b
4,80±1,64a	1,86±0,93a	5,03±1,29a

Keterangan: Nilai rata-rata standar deviasi (ulangan n=3). Nilai rata-rata diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perlakuan berbeda nyata. Kriteria uji hedonik (1) sangat tidak suka, (2) tidak suka, (3) agak tidak suka, (4) netral, (5) agak suka, (6) suka, (7) sangat suka. Kriteria uji intensitas (1) keras, (2) agak keras, (3) agak lembut, (4) lembut.

Warna

Warna merupakan atribut sensoris pertama yang diamati oleh konsumen

dan memiliki pengaruh besar terhadap persepsi awal terhadap kualitas produk. Berdasarkan Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan perbandingan mocaf dan tepung kacang merah pada tortilla berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap hedonik warna tortilla. Warna tortilla dengan berbagai perlakuan menunjukkan nilai berkisar antara 4,76 hingga 6,13 dengan kriteria agak suka. Perlakuan P1 (90% mocaf:10% kacang merah) memperoleh nilai tidak berbeda dengan P0, P2 dan P3, sedangkan perlakuan P5 (50:50) mendapat nilai terendah. Penurunan skor warna secara signifikan terjadi seiring meningkatnya persentase tepung kacang merah. Hal ini dapat dijelaskan dari sifat visual alami kacang merah yang mengandung pigmen antosianin, yaitu senyawa fenolik yang berperan dalam warna merah keunguan pada kulit kacang. Pada proses pemanasan seperti pembuatan tortilla, pigmen tersebut dapat mengalami perubahan warna menjadi lebih gelap (Al-lawi, 2011). Warna gelap ini mungkin dianggap kurang menarik oleh panelis yang lebih terbiasa dengan warna tortilla terigu atau mocaf murni yang lebih cerah. Penelitian oleh Berrios et al. (2010) juga menyebutkan bahwa penambahan

tepung kacang merah dalam produk ekstrusi menyebabkan perubahan warna yang signifikan menjadi lebih gelap, yang berpengaruh pada penurunan nilai secara visual. Sementara itu, Osuna-Gallardo et al. (2023), persepsi warna yang lebih gelap pada produk berbasis legume biasanya kurang disukai oleh konsumen karena diasosiasikan dengan produk *overcooked* atau tidak segar.

Aroma

Aroma pada tortilla berperan penting dalam membentuk *first impression* produk selain warna dan rasa. Aroma dipengaruhi oleh komposisi bahan, reaksi kimia selama pemanggangan, dan volatilitas senyawa aroma dari masing-masing bahan. Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan perbandingan mocaf dan tepung kacang merah pada tortilla tidak berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap hedonik aroma tortilla. Kacang merah diketahui memiliki aroma khas yang dapat muncul lebih kuat dalam konsentrasi tinggi, serta mengandung senyawa fenolik yang mudah terdegradasi saat pemanasan dan menghasilkan aroma pahit atau gosong (Diniyah & Lee, 2020).

Rasa

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan perbandingan mocaf dan

tepung kacang merah pada tortilla berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap hedonik rasa tortilla. Rasa merupakan salah satu aspek sensoris paling menentukan dalam penerimaan konsumen terhadap suatu produk pangan. Berdasarkan hasil, nilai tertinggi terdapat pada P1 (6,10), diikuti oleh P2 dan P3 dengan nilai relatif tinggi pula, sedangkan nilai terendah ditunjukkan oleh P5 (5,26), yang merupakan formulasi dengan proporsi tepung kacang merah paling tinggi (50%). Penurunan nilai rasa pada formulasi dengan kandungan kacang merah yang lebih tinggi dapat dikaitkan dengan karakteristik flavor alami dari kacang merah itu sendiri. Semakin tinggi persentase tepung kacang merah dalam adonan, semakin dominan pula karakteristik rasa tersebut, sehingga dapat menurunkan tingkat kesukaan panelis terhadap rasa tortilla.

Tekstur

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan perbandingan mocaf dan tepung kacang merah pada tortilla berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap hedonik tekstur tortilla. Tekstur adalah parameter sensoris yang berperan penting dalam menentukan kualitas dan penerimaan produk tortilla. Hasil uji

menunjukkan bahwa nilai tekstur menurun dari 5,86 pada P1 (90% mocaf:10% kacang merah) menjadi 4,80 pada P5 (50% mocaf:50% kacang merah). Penurunan nilai tekstur ini berkorelasi dengan peningkatan proporsi tepung kacang merah dalam formulasi. Kacang merah memiliki kandungan protein dan serat yang tinggi, yang dapat mempengaruhi struktur adonan dan sifat reologi produk akhir. Menurut Tilohe et al. (2020), penambahan kacang merah dalam produk waffle dapat menyebabkan peningkatan kekerasan dan penurunan volume spesifik akibat interaksi protein-protein yang membentuk jaringan yang lebih kaku, sehingga menghasilkan tekstur yang lebih padat. Studi oleh Damayanti et al. (2020) juga menunjukkan bahwa protein dan serat dari kacang merah dalam formulasi cookies bebas gluten menyebabkan peningkatan kekerasan dan penurunan kelembutan produk. Hal ini sejalan dengan nilai *hardness* tortilla yang mengalami peningkatan seiring bertambahnya proporsi tepung kacang merah serta diperkuat dengan hasil uji hedonik tekstur, dimana skor hedonik cenderung menurun pada perlakuan dengan proporsi tepung kacang merah yang lebih tinggi.

Penerimaan Keseluruhan

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan perbandingan mocaf dan tepung kacang merah pada tortilla berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap penerimaan keseluruhan panelis pada tortilla. Penerimaan keseluruhan mencerminkan evaluasi komprehensif panelis terhadap semua atribut sensoris produk, termasuk warna, aroma, rasa, tekstur, dan kelembutan. Hasil uji menunjukkan bahwa nilai penerimaan keseluruhan tertinggi diperoleh pada P1 (6,00), sementara P5 mendapatkan nilai terendah (5,03). Penurunan nilai penerimaan keseluruhan pada formulasi dengan proporsi tepung kacang merah yang lebih tinggi dapat dikaitkan dengan perubahan negatif pada atribut sensoris lainnya, seperti warna yang lebih gelap, rasa khas kacang yang dominan, tekstur yang lebih padat.

Intensitas Kelembutan

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan perbandingan mocaf dan tepung kacang merah pada tortilla berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap intensitas kelembutan pada tortilla. Kelembutan merupakan atribut penting yang mempengaruhi kenyamanan saat mengunyah dan kepuasan konsumen terhadap produk tortilla. Dalam uji

sensoris ini, kelembutan dinilai menggunakan metode uji intensitas, di mana panelis memberikan penilaian subjektif terhadap tingkat kelembutan produk. Hasil menunjukkan bahwa nilai uji intensitas kelembutan semakin menurun berkisar antara 1,86 hingga 3,00 dengan kriteria agak keras, dengan P0 (100% mocaf) memperoleh nilai tertinggi dan P5 (50% mocaf:50% kacang merah) mendapatkan nilai terendah. Penurunan nilai kelembutan seiring peningkatan proporsi tepung kacang merah dapat dijelaskan oleh kandungan serat dan protein yang lebih tinggi dalam kacang merah dibandingkan mocaf. Serat pangan, terutama yang tidak larut, cenderung menyerap air dan membentuk matriks yang lebih padat, sehingga menghasilkan tekstur yang lebih keras dan kurang lembut (Damayanti et al., 2020). Selain itu, protein dari kacang merah dapat berinteraksi dengan komponen lain dalam adonan, membentuk jaringan yang lebih kaku dan mengurangi kelembutan produk akhir. Penurunan kelembutan ini juga berkorelasi dengan hasil uji hedonik tekstur yang cenderung menurun seiring bertambahnya proporsi tepung kacang merah. Tortilla dengan tekstur yang lebih

keras dan kurang lembut kurang disukai oleh panelis. Temuan ini diperkuat oleh data yang diperoleh pada saat uji *hardness* yang menunjukkan bahwa nilai *hardness* tortilla meningkat secara signifikan pada perlakuan dengan presentase tepung kacang merah yang lebih tinggi.

Hasil Karakteristik Kimia Produk Terbaik

Produk tortilla terbaik dalam penelitian ini ditentukan berdasarkan kombinasi hasil uji proksimat (kadar air, protein, serat), fisik (kuat tarik, elongasi, *hardness*), serta sensoris (warna, rasa, tekstur, kelembutan, penerimaan keseluruhan, intensitas kelembutan). Penentuan formulasi terbaik didasarkan pada kriteria kadar protein dan serat tertinggi, dari aspek fisik dengan nilai kuat tarik, elongasi dan *hardness* tertinggi serta hasil evaluasi sensoris yang masih diterima oleh panelis. Berdasarkan hasil tersebut, perlakuan P3 (70% tepung mocaf : 30% tepung kacang merah) dipilih sebagai formulasi terbaik. Selanjutnya, untuk mengetahui kualitas kimia produk ini secara lebih lanjut, dilakukan analisis lanjutan terhadap kadar lemak, abu, antioksidan, dan karbohidrat, lalu dibandingkan dengan tortilla berbasis terigu

menggunakan uji *paired t-test* yang dapat dilihat pada Tabel 7. Hasil uji paired t-test terhadap kadar air, kadar protein, kadar serat, tekstur, kadar abu, kadar lemak, kadar antioksidan dan kadar karbohidrat antara dua perlakuan menunjukkan adanya perbedaan signifikan (Sig. (2-tailed)<0,05). Perlakuan terbaik (P3) memiliki keunggulan pada kadar air, protein, kadar serat, kadar abu, *hardness* dan antioksidan, sedangkan untuk tortilla terigu memiliki keunggulan pada lemak, karbohidrat, kuat tarik dan elongasi. Kadar air yang dihasilkan pada P3 (31,88%) mendapatkan hasil lebih tinggi dibandingkan oleh tortilla terigu (25.50%), hal ini dapat disebabkan oleh komposisi bahan baku yang digunakan. Tepung kacang merah yang menjadi salah satu komponen utama P3 memiliki kandungan serat pangan dan protein yang lebih tinggi dibandingkan terigu, di mana keduanya dikenal memiliki kemampuan mengikat air yang cukup kuat. Kandungan protein dan serat P3 menghasilkan data yang lebih tinggi dibandingkan tortilla terigu, hal ini disebabkan oleh bahan baku yang digunakan yaitu kacang merah yang diketahui memiliki protein nabati yang cukup tinggi, yaitu sekitar 22-24%

(Syafutri, 2021) dan serat pangan larut dan tidak larut yang dapat meningkatkan

total serat dalam produk olahan (Widyastuti dan Mustika, 2021).

Tabel 7. Nilai rata-rata karakteristik kimia dan fisik tortilla bebas gluten terbaik dan tortilla terigu

Komponen	Perlakuan Terbaik (P3)	Tortilla Terigu
Kadar Air (%)	31,88±0,12a	25,50±0,27b
Kadar Protein (%)	4,49±0,51a	3,48±0,36b
Kadar Serat (%)	5,02±0,47a	3,72±0,25b
Kuat tarik	0,06±0,00b	0,08±0,00a
Elongasi	35,66±0,66b	57,02±0,44a
<i>Hardness</i>	14,69±0,29a	7,31±0,10b
Kadar Abu (%)	2,99±0,01a	2,79±0,03b
Kadar lemak (%)	6,95±0,43b	8,75±0,25a
Aktivitas Antioksidan (%)	18,98±0,28a	4,53±0,22b
Kadar Karbohidrat (%)	53,66±1,00b	59,46±0,82a

Keterangan: Nilai rata-rata standar deviasi (ulangan n=3). Nilai rata-rata diikuti oleh huruf yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perlakuan berbeda nyata (Sig. (2-tailed) < 0,05)

Kelebihan lainnya adalah kadar abu dan antioksidan lebih tinggi dibandingkan tortilla terigu. Hal ini sejalan dengan penelitian oleh Putri et al. (2023) menyatakan bahwa tepung kacang merah(2,91%) memiliki kadar abu lebih tinggi dibandingkan dengan terigu(1,59%) yang dapat meningkatkan kadar abu pada tortilla bebas gluten, serta kandungan flavonoid seperti antosianin dalam kacang merah yang juga meningkatkan kandungan antioksidan pada produk tortilla bebas gluten ini. Pada aspek fisik, P3 memiliki nilai *hardness* lebih tinggi dibandingkan tortilla terigu, yang menunjukkan tekstur tortilla P3 cenderung lebih padat dan

keras. Hal ini berkaitan dengan tidak adanya gluten dalam formulasi P3. Menurut Samuel et al. (2019), produk bebas gluten biasanya memiliki tekstur yang lebih keras karena tidak terbentuknya jaringan gluten yang fleksibel.

Tortilla terigu tetap menunjukkan keunggulan dari segi tekstur kuat tarik dan elongasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan P3. Keunggulan ini berkaitan langsung dengan kandungan gluten dalam tepung terigu yang mampu membentuk jaringan elastis saat dicampur dengan air. Gluten menghasilkan adonan yang lentur dan tidak mudah robek. Menurut Hidayati

dan Lestari (2019), gluten merupakan protein utama yang berfungsi memberikan sifat elastis pada adonan, sehingga sangat berpengaruh terhadap daya lentur produk seperti tortilla. Tortilla terigu juga memiliki kadar lemak yang lebih tinggi, yaitu 8,75%, dibandingkan dengan P3 (6,95%). Kadar lemak tortilla terigu lebih tinggi dibandingkan P3 dapat disebabkan oleh gluten dalam tepung terigu yang memungkinkan terbentuknya jaringan adonan yang padat dan elastis, mampu menahan lemak selama proses pemanggangan (Pertiwi, 2017 dalam Samuel et al. 2019). Sementara itu, tortilla P3 tidak memiliki gluten, sehingga struktur adonan yang lebih terbuka berpotensi menyebabkan sebagian lemak tidak tertahan secara maksimal saat pemrosesan. Hal ini mengakibatkan kandungan lemak akhirnya lebih rendah dibandingkan tortilla terigu. Selain itu, tingginya kadar serat pada tortilla P3, yang mencapai 5,02%, turut mengurangi persentase karbohidrat dalam perhitungan by difference. Hal ini juga diperkuat oleh hasil penelitian oleh Rakhmayati et al. (2023), yang menunjukkan bahwa peningkatan serat pangan dalam formulasi makanan berbasis pati dapat

menurunkan total kadar karbohidrat yang dihitung secara tidak langsung. Oleh karena itu, komposisi kacang merah yang kaya akan serat, menjadi faktor utama dalam menurunkan total kadar karbohidrat tortilla P3 dibandingkan tortilla terigu.

KESIMPULAN

Perbandingan mocaf dan tepung kacang merah berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap karakteristik kimia meliputi kadar air, kadar protein, kadar serat, karakteristik fisik meliputi kuat tarik, elongasi dan *hardness* dan karakteristik sensoris meliputi hedonik rasa, hedonik warna, hedonik tekstur, intensitas tekstur dan penerimaan keseluruhan. Karakteristik tortilla bebas gluten terbaik diperoleh pada perbandingan 70% mocaf : 30% tepung kacang merah dengan kadar air 31,48%, kadar protein 4,49%, kadar serat 5,02%, kadar abu 2,99%, kadar lemak 6,95%, kadar antioksidan 18,98%, kuat tarik 0,06 MPa, elongasi 35,66%, *hardness* 14,69 N, hedonik warna agak suka, hedonik rasa agak suka, hedonik aroma agak suka, hedonik tekstur agak suka, intensitas tekstur agak keras, serta penerimaan keseluruhan agak suka. Perlakuan terbaik tortilla berbahan 70%

mocaf : 30% tepung kacang merah bila dibandingkan dengan tortilla terigu memiliki keunggulan pada kadar protein, kadar serat, kadar abu, dan antioksidan, sedangkan untuk tortilla terigu memiliki keunggulan pada karbohidrat, kuat tarik dan elongasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustin, S. (2021). 5 Manfaat Kacang Merah bagi Kesehatan Tubuh. <https://www.alodokter.com/badan-sehat-dengan-manfaat-kacang-merah>. Diakses tanggal: 1 Agustus 2024.
- Aini, N., & Sudarminto, P. (2020). Pemanfaatan mocaf (modified cassava flour) dalam pembuatan produk pangan alternatif. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 8(2), 112-118.
- Angelica C. (2022). Substitusi tepung terigu dengan tepung kedelai hitam dalam pembuatan kulit tortilla. *Jurnal Mahasiswa Pariwisata dan Bisnis*, vol.1(07). <https://doi.org/10.22334/paris.v1i7.125>
- Anindita, B. P., Atika, T. A., & Setiyo, G. (2019). Pembuatan mocaf (modified cassava flour) dengan kapasitas 91000 ton/tahun. *Jurnal Teknik ITS*, 8(2), 170-175. <http://dx.doi.org/10.12962/j23373539.v8i2.45058>
- Arsyad. (2016). Pengaruh penambahan tepung mocaf terhadap kualitas produk biskuit. *Jurnal Agropolitan*, 3(3), 52-61.
- Astawan. (2009). Sehat dengan hidangan kacang dan biji-bijian. Penebar Swadaya.
- Aulia, A. F., Bahar, A., Ruhana, A., & Mayasari, N. R. (2024). Daya Terima Cookies Dengan Substitusi Tepung Kacang Merah Dan Penambahan Tepung Daun Kelor Sebagai Snack Sehat Untuk Remaja Putri Anemia Defisiensi Besi. *Jurnal Ilmu Kesehatan dan Gizi*, 2(3), 146-163. <https://doi.org/10.55606/jig.v2i3.3108>
- Benayad, A., Taghouti, M., Benali, A., Zouahri, A., Bikri, S., Aboussaleh, Y., ... & Kumar, S. (2022). Addition of chickpea flour in durum wheat flour makes tortilla more nutritious and palatable, and technologically acceptable. *Foods*, 12(1), 72. <https://doi.org/10.3390/foods12010072>
- Binalopa, T., Amir, B., & Julyaningsih, A. H. (2023). Pengaruh penambahan tepung kacang merah (*Phaseolus vulgaris* L.) dan tepung labu kuning (*Cucurbita moschata*) pada pembuatan kue kering. *Perbal: Jurnal Pertanian Berkelanjutan*, 11(1), 94-102.
- Celmeli, T., Sari, H., Canci, H., Sari, D., Adak, A., Eker, T., & Toker, C. (2018). The nutritional content of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) landraces in comparison to modern varieties. *Agronomy*, 8(9), 166. <https://doi.org/10.3390/agronomy8090166>
- Diniyah, N., Setiawati, D., Windrati, W. S., dan Subagio, A. (2018). Karakterisasi mie Mojang (mocaf-jagung) dengan perbedaan jenis dan konsentrasi bahan pengikat. *Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian*, Volume 14 (2), 98-107. <http://dx.doi.org/10.21082/jpasca.v14n2.2017.98-107>
- Fauziyah, A., Marliyati, K. (2017). Substitusi tepung kacang merah meningkatkan kandungan gizi, serat pangan, dan kapasitas antioksidan beras analog sorgum. *J. Gizi Pangan*, 12(2):147-152. <https://doi.org/10.25182/jgp.2017.12.2.147-152>
- González, J. D. T., Gallo, R. T., Correa, D. A., Garcia, L. A. G., Castillo, P. M. (2018). Instrumental assessment of textural parameters of colombian lemon biscuits. *Contemporary Engineering Sciences*, 11(22), 1085-1102. <http://dx.doi.org/10.12988/ces.2018.8391>
- Hanani, E., Mun'im, A., dan Sekarini, R. (2005). Identifikasi senyawa antioksidan dalam spons callyspongia

- sp. dari kepulauan seribu. Majalah Ilmu Kefarmasian. 2(3) : 127-133. <https://doi.org/10.7454/psr.v2i3.3389>
- Horbowicz, M., Kosson, R., Grzesiuk, A., & Dębski, H. (2008). Anthocyanins of fruits and vegetables-their occurrence, analysis and role in human nutrition. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, 68(1), 5-22. <http://dx.doi.org/10.2478/v10032-008-0001-8>
- If'all, M. & Kadir, S. (2018). Pemanfaatan pangan lokal untuk produksi tortilla fungsional berbasis labu kuning. *Jurnal Pengolahan Pangan*, 3(2), 50–59. <https://dx.doi.org/10.31970/pangan.v3i2.15>
- Islas-Rubio, A. R., Laborin-Escalante, F., Vásquez-Lara, F., Montoya-Ballesteros, L. C., Ramos-Clamont Montfort, G., Calderón de la Barca, A. M., & Heredia-Sandoval, N. G. (2023). Coconut Flour (*Cocos nucifera* L.) as a Partial Replacement in Wheat Flour (*Triticum aestivum*)-Based Tortillas and Its Effect on Dough Rheology and Tortilla Quality. *Plant foods for human nutrition (Dordrecht, Netherlands)*, 78(2), 314–319. <https://doi.org/10.1007/s11130-023-01049-7>
- Izzatunnisa, Q. (2022). Substitusi tepung mocaf (modified cassava flour) pada pembuatan taco dengan penambahan isian sawut.
- Kim, I. S., Kim, C. H., & Yang, W. S. (2021). Physiologically active molecules and functional properties of soybeans in human health—A current perspective. *International journal of molecular sciences*, 22(8), 4054. <https://doi.org/10.3390/ijms22084054>
- Li, M., Cui, Y., Liu, C., Zheng, X., & Lu, Y. (2025). Influence of Gluten Quality and Mixing Time on the Rheological and Structural Properties of Starch-Gluten Dough. *Journal of Food Engineering*, 112677. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2025.112677>
- Masruroh, N. (2018). Optimasi formulasi kulit tortilla berbasis masa (adonan kacang merah rebus), tepung kacang merah (*Phaseolus vulgaris* L.) dan tepung beras merah (*Oryza nivana*) menggunakan aplikasi design expert metode mixture optimal. Tugas Akhir. Bandung: Universitas Pasundan.
- Meilita, Q. (2019). Pengaruh suhu dan waktu pemanggangan dan perbandingan tepung kacang merah dengan tepung talas terhadap karakteristik cookies.
- Mohr, C. (2017). What Are The Best Eats in the Freezer Section?. What Are The Best Eats In The Freezer Section? - Muscle & Fitness (muscleandfitness.com). Diakses pada tanggal: 30 September 2024
- Muktiyono, H. (2014). Uji Coba Produksi Tepung Mocaf yang Berkualitas. <https://www.lppslh.or.id/news/uji-coba-produksi-tepung-mocaf-yang-berkualitas/>. (Diakses pada 1 Agustus 2024)
- Muzaki, A. (2022). Kualitas tortilla gluten free berbahan dasar oat. *Jurnal Ilmiah Pariwisata dan Bisnis*. <https://doi.org/10.22334/paris.v1i12.234>
- Nikawati, T., Widanti, Y. A., dan Mustofa, A. (2019). Brownies bebas gluten dari tepung koro pedang (*Canavalia ensiformis* L.) dengan substitusi tepung mocaf dan variasi lama pemanggangan. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, Volume 12(2), 99-106. <https://doi.org/10.20961/jthp.v12i2.36161>
- Nurdiatin, R. N. R. (2019). Tortilla Millet Sebagai Inovasi Produk Tepung Millet. *Prosiding Pendidikan Teknik Boga Busana*, 14(1).
- Nurjannah, H. (2019). Formulasi mie mocaf dengan pewarna alami ubi jalar ungu. Doctoral dissertation, Institut Kesehatan Helvetia.
- Pangastuti H.A., D.R. Affandi, dan D. Ishartani. (2013). Karakterisasi sifat fisik dan kimia tepung kacang merah (*Phaseolus vulgaris* L.) dengan beberapa perlakuan pendahuluan. *Jurnal Teknosains Pangan*. 2(1): 20-29.
- Permatasari, K. B. D., Ina, P. T., & Yusa, N. M. (2018). Pengaruh penggunaan

- tepung labu kuning (*Cucurbita moschata* Durh) terhadap karakteristik chiffon cake berbahan dasar modified cassava flour (mocaf). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan (ITEPA)*, 7(2), 53. <https://dx.doi.org/10.24843/itepa.2018.v07.i02.p06>
- Posner, E. S., Chew-Guevara, A. A., Mitre-Dieste, M., Perez-Carrillo, E., Heredia-Olea, E., Wilson, J. D., & Serna-Saldivar, S. O. (2014). Generation of a Mixolab Profile After the Evaluation of the Functionality of Different Commercial Wheat Flours for Hot-Press Tortilla Production. *Cereal Chemistry*, 91(2), 139-145. <https://doi.org/10.1094/CCHEM-05-13-0102-R>
- Pramudiati, N. (2023). Kulit kebab formulasi mocaf dan sagu (*Metroxylon* spp.) hasil optimasi menggunakan metode design expert serta profil gelatinisasinya. Universitas Pasundan.
- Putri, N. A., Herlina., & Achmad, S. (2018). Karakteristik mocaf (modified cassava flour) berdasarkan metode penggilingan dan lama fermentasi. *Jurnal Agroteknologi*, 12(1), 79–89. <http://dx.doi.org/10.19184/j-agt.v12i1.8252>
- Ratnawati, L., Ekafitri, R., Desnilasari, D. (2019). Karakterisasi tepung komposit berbasis mocaf dan kacang-kacangan sebagai bahan baku biskuit MP-ASI. *Biopral Industri*. <https://dx.doi.org/10.36974/jbi.v10i2.4987>
- Rodríguez-Noriega, S., Buenrostro-Figueroa, J. J., Reboloso-Padilla, O. N., Corona-Flores, J., Camposeco-Montejo, N., Flores-Naveda, A., & Ruelas-Chacón, X. (2021). Developing a descriptive sensory characterization of flour tortilla applying flash profile. *Foods*, 10(7), 1473. <https://doi.org/10.3390/foods10071473>
- Roy, M., Sarker, A., Azad, M. A. K., Shaheb, M. R., & Hoque, M. M. (2020). Evaluation of antioxidant and antimicrobial properties of dark red kidney bean (*Phaseolus vulgaris*) protein hydrolysates. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 14, 303-313. <https://doi.org/10.1007/s11694-019-00292-4>
- Rukmana, R. (2000). Kacang Merah. Yogyakarta: Kanisius.
- Salsabila, N., & Prayitno, S. A. (2023). Penentuan Mutu Produk Tortila Substitusi Tepung Kacang Hijau Menggunakan Uji Kruskal Wallis. *JUSTI (Jurnal Sistem dan Teknik Industri)*, 3(4), 546-553. <http://dx.doi.org/10.30587/justicb.v3i4.6189>
- Sari, N. M. R. E, Wisaniyasa, N. W, Wiadnyani, A.A.I. (2020). Studi kadar gizi, serat dan antosianin tepung kacang merah dan tepung kecambah kacang merah (*Phaseolus vulgaris* L.). *Jurnal Itepa*, 9 (3). <http://dx.doi.org/10.24843/itepa.2020.v09.i03.p04>
- Sepriyani, H. (2020). Pengaruh tepung sagu dan kacang merah terhadap kadar protein dalam pembuatan nastar. *Jurnal Penelitian Farmasi Indonesia*, 9(1), 37-40. <http://dx.doi.org/10.51887/jpfi.v9i1.801>
- Stafutri, M., Syaiful, F., Lidiasari, E., Saputra, J. (2021). Sifat fisikokimia dan sensoris tortilla dengan penambahan tepung kacang merah. *Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal ke-9*.
- Subiria-Cueto, R., Larqué-Saavedra, A., Reyes-Vega, M. L., de La Rosa, L. A., Santana-Contreras, L. E., Gaytán-Martínez, M., ... & Martínez-Ruiz, N. R. (2019). *Brosimum alicastrum* Sw.(Ramón): An alternative to improve the nutritional properties and functional potential of the wheat flour tortilla. *Foods*, 8(12), 613. <http://dx.doi.org/10.3390/foods8120613>
- Syafutri, M. I., Syaiful, F., Lidiasari, E., & Saputra, J. M. (2021, December). Sifat fisikokimia dan sensoris tortilla dengan penambahan tepung kacang merah. In *Seminar Nasional Lahan Suboptimal* (Vol. 9, No. 2021, pp. 365-375).

Ulum, M. K. (2021). Pemanfaatan Tepung Sukun dalam Pembuatan Tortilla Rolls Rendang Ayam untuk Meningkatkan Potensi Bahan Pangan Lokal. *Prosiding Pendidikan Teknik Boga Busana*, 16(1).

Zebua A. M. (2009). Pemanfaatan nata pati kacang merah (*Vigna sinensis*) hasil isolasi sebagai matriks teofilin. Tugas Akhir. Program Sarjana Farmasi, Fakultas Farmasi, Universitas Sumatera Utara, Medan.