

PENGARUH JENIS MEDIUM PERENDAMAN DAN KOMBINASI PERLAKUAN PENDAHULUAN TERHADAP MUTU KIMIA, FISIK, DAN ORGANOLEPTIK TEPUNG KACANG MERAH

THE EFFECT OF TYPES OF SOAKING MEDIUM AND PRETREATMENT COMBINATION ON CHEMICAL, PHYSICAL, AND ORGANOLEPTIC QUALITIES OF RED BEAN FLOUR

Nur Adha Febriandini¹, Eko Basuki^{2*}, Dody Handito²

¹ Mahasiswa Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pangan dan Agroindustri Universitas Mataram, Nusa Tenggara Barat, Indonesia

² Staf Pengajar Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pangan dan Agroindustri Universitas Mataram, Nusa Tenggara Barat, Indonesia

*email: eko.basuki@unram.ac.id

ABSTRACT

This research aims to determine the effect of soaking medium type and pre-treatment combinations on the physical, chemical, and organoleptic quality of red bean flour. This research was conducted using a Randomized Block Design (RBD) with single factor: type of soaking medium and the combination of pre-treatments, as follows: J1M1 (soaking in distilled water), J1M2 (soaking in distilled water and steam-blanching), J2M1 (soaking in 0.25% baking soda), J2M2 (soaking in 0.25% baking soda and steam-blanching), J3M1 (soaking in 1.25% baking powder), and J3M2 (soaking in 1.25% baking powder and steam-blanching). The parameters tested were moisture content, protein content, yield, fineness, color (L value and hue angle), and organoleptic properties (appearance, aroma, taste, and overall quality). The test results were analyzed using analysis of variance (ANOVA) with a significance level of 5%. If there was a significant effect, it was further tested using the Tukey's Honestly Significant Difference (HSD) at a 5% level. The best treatment was obtained by soaking in 1.25% baking powder and steam-blanching, resulting in red bean flour with high sensory quality and acceptance levels for appearance, aroma, taste, and overall quality, with a flour fineness of 99.99% passing thru a 60-mesh sieve and a moisture content of 5.40% meeting the quality requirements of BPOM Regulation No. 34 of 2019; a protein content of 24.61%; a yield of 57.21%, high brightness (L*=92.03), and a yellowish color (°hue=69.55).*

Keywords: soaking, steam-blanching, red bean flour.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh jenis medium perendaman dan kombinasi perlakuan pendahuluan terhadap mutu fisik, kimia, dan organoleptik tepung kacang merah. Penelitian ini dilakukan dengan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan satu faktor yaitu jenis medium perendaman dan kombinasi perlakuan pendahuluan sebagai berikut: J1M1 (perendaman dengan aquades), J1M2 (perendaman dengan aquades dan pengukusan), J2M1 (perendaman dengan 0,25% *baking soda*), J2M2 (perendaman dengan 0,25% *baking soda* dan pengukusan), J3M1 (perendaman dengan 1,25% *baking powder*), dan J3M2 (perendaman dengan 1,25% *baking powder* dan pengukusan). Parameter yang diuji adalah kadar air, kadar protein, rendemen, kehalusan, warna (nilai L* dan nilai °hue), serta organoleptik (kenampakan, aroma, rasa, dan kualitas keseluruhan). Hasil uji dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA) dengan taraf nyata 5% dan jika berpengaruh signifikan, maka diuji lanjut dengan Beda Nyata Jujur (BNJ) taraf 5%. Perlakuan terbaik diperoleh dengan perendaman 1,25% *baking powder* dan pengukusan, yaitu tepung kacang merah yang memiliki mutu sensori dan tingkat penerimaan yang tinggi pada parameter kenampakan, aroma, rasa, dan kualitas secara keseluruhan dengan kehalusan tepung 99,99% lolos ayakan 60 mesh dan kadar air 5,40% yang telah memenuhi standar syarat mutu sesuai Peraturan BPOM No. 34 Tahun 2019; kadar protein 24,61%; serta memiliki rendemen sebesar 57,21%, kecerahan tinggi (L*=92,03), dan warna cenderung kekuningan (°hue=69,55).

Kata kunci: pengukusan, perendaman, tepung kacang merah.

PENDAHULUAN

Kacang merah (*Phaseolus vulgaris* L.) adalah komoditas lokal yang melimpah dan bernilai ekonomis tinggi dengan produksi mencapai 66,2 ribu ton di Indonesia pada 2020 (BPS, 2021). Kacang merah tinggi akan kandungan protein (22,1 g), karbohidrat (56,3 g), vitamin B (3,32 g), dan mineral, terutama zat besi (10,3 g), sehingga banyak dikonsumsi dan digunakan sebagai bahan pangan dalam berbagai produk (Kambabazi dkk., 2021; Kemenkes, 2018; Kementan, 2023). Dalam industri pangan, tepung kacang merah berkembang sebagai bahan baku alternatif untuk meningkatkan kandungan protein, mengatasi defisiensi zat besi, dan menurunkan indeks glikemik berkat kandungan pati resisten serta seratnya (Kartaningsih, dkk., 2021; Sparvoli dkk., 2021).

Namun, pengembangan tepung kacang merah masih menghadapi tantangan seperti kandungan zat anti gizi, aroma langu dari aktivitas enzim lipoksigenase, serta rasa pahit akibat senyawa fenolik seperti tanin, yang dapat menurunkan penerimaan konsumen dan perlu diatasi melalui perlakuan pendahuluan yang tepat (Samuel dkk., 2019; Febrianto dkk., 2016). Oleh karena itu, perlakuan pendahuluan dalam pengolahan tepung kacang merah sangat penting untuk mengoptimalkan mutu produk dan meningkatkan nilai fungsionalnya dalam industri pangan. Adapun beberapa perlakuan yang dapat diaplikasikan adalah perendaman dan pengukusan.

Perlakuan pendahuluan berupa perendaman pada tepung kacang merah diketahui memiliki tingkat penerimaan yang lebih tinggi dibandingkan dengan proses lainnya (perkecambahan dan autoklaf) (Wodajo dan Emire, 2022). Selain menggunakan air, garam dan larutan alkali dapat dimanfaatkan sebagai medium perendaman. Proses perendaman dengan larutan alkali membantu memodifikasi pH yang mampu melunakkan biji kacang yang keras, mengurangi waktu pemasakan dan dapat mengubah persentase nutrisi, rasa, dan memiliki daya terima konsumen yang tinggi (Ávila dkk., 2015; Ziena, 2007). Adapun penelitian Abdel-Aleem, dkk. (2019) menggunakan baking soda dan baking

powder sebagai medium perendaman pada konsentrasi 0,5%–1% dan ditemukan bahwa tingkat penerimaan medium 1% *baking powder* lebih tinggi dibandingkan dengan 0,5% *baking soda*. Meskipun demikian, penggunaan *baking powder* ini sebagai medium perendaman belum banyak digunakan, khususnya pada pembuatan tepung kacang merah.

Adapun metode perlakuan pendahuluan berupa pengukusan diketahui efektif untuk menginaktivasi enzim lipoksigenase (LOX), penyebab aroma langu, pada kacang-kacangan (Fennema dan Parkin, 2017). Perlakuan hidrotermal ini terbukti lebih efisien untuk inaktivasi enzim LOX karena adanya peningkatan kadar air yang meningkatkan konveksi panas dan penyerapan energi yang lebih tinggi (Stephany dkk., 2016). Penelitian Samben dan Puspaningrum (2020) menyatakan bahwa pengukusan bertekanan tinggi pada kacang gude pada suhu 115°C selama 10 menit memiliki daya terima yang tinggi pada uji hedonik. Namun, masih belum banyak yang memanfaatkan metode konvensional seperti pengukusan (*steam-blanching*) yang merupakan metode sederhana dan mudah dilakukan dengan efek memperbaiki mutu bagi kacang.

Berdasarkan uraian di atas, penggunaan kombinasi perlakuan pendahuluan berupa perendaman dengan beberapa jenis medium perendaman (air, *baking soda*, dan *baking powder*) dengan kombinasi pengukusan dapat menjadi salah satu alternatif untuk menghasilkan produk dengan mutu yang baik. Hasil penelitian pendahuluan dengan proses perendaman pada medium 0,25%, 0,5%, 0,75%, 1%, dan 1,25% *baking soda* dan *baking powder* dengan kombinasi pengukusan menunjukkan bahwa penggunaan medium 0,25% *baking soda* dan medium 1,25% *baking powder* menghasilkan tepung kacang merah dengan kenampakan warna sedikit kurang seragam dan nampak cerah, aroma yang sedikit langu, dan rasa yang tidak pahit. Penelitian lebih dalam pada pengolahan tepung kacang merah menggunakan kombinasi perlakuan pendahuluan perlu dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh jenis medium perendaman dan

kombinasi perlakuan pendahuluan terhadap mutu kimia, fisik, dan organoleptik tepung kacang merah.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah aquades merk Brataco dibeli di toko bahan kimia CV Alpha Solusi Utama, *baking soda* Cap Cendrawasih dan *baking powder* Cap Cendrawasih dibeli di Toko Kue Madam, serta kacang merah jenis dark red kidney bean yang dibeli dari *supplier* kacang merah Kecamatan Sembalun, Lombok Timur.

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *blender* (Miyako, Indonesia), *food dehydrator* (Wirastar, Indonesia), kompor gas (Rinnai, Indonesia), ayakan 40 mesh (KZM, Indonesia), ayakan 60 mesh (KZM, Indonesia), sendok, timbangan analitik (Kern, Jerman), timbangan digital (SCITEK, Cina) dan *thermocouple* (HTi, Cina). Colorimeter CS10 (CHNSpec, Cina), labu kjeldahl (Gerhardt, Jerman), oven listrik (Memmert, Jerman), pH meter (SI Analytics, Jerman), dan *steam distiller* (Behr, Jerman).

Metode

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental. Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) satu faktor yaitu jenis medium perendaman dengan kombinasi perlakuan pendahuluan dengan 6 taraf berikut: J1M1 (perendaman dengan aquades), J1M2 (perendaman dengan aquades dan pengukusan), J2M1 (perendaman dengan 0,25% *baking soda*), J2M2 (perendaman dengan 0,25% *baking soda* dan pengukusan), J3M1 (perendaman dengan 1,25% *baking powder*), J3M2 (perendaman dengan 1,25% *baking powder* dan pengukusan). Masing-masing perlakuan diulang sebanyak tiga kali dengan banyak ulangan dijadikan sebagai kelompok pada RAK, sehingga diperoleh 18 unit percobaan. Faktor perlakuan dianggap sebagai faktor tunggal untuk memudahkan analisis dan fokus pada efek kombinasi perlakuan terhadap parameter yang diukur. Penelitian dilaksanakan pada bulan Agustus sampai September di

Fakultas Teknologi Pangan dan Agroindustri Universitas Mataram (Laboratorium Pengendalian Mutu dan Laboratorium Teknik Bioproses, serta Fakultas Peternakan Universitas Mataram).

Pelaksanaan penelitian diawali dengan pembuatan tepung kacang merah. Masing-masing perlakuan biji kacang merah (350 g) melalui tahapan proses sortasi, pencucian, perendaman ($\pm 25^{\circ}\text{C}$, 12 jam) sesuai perlakuan (aquades, 0,25% *baking soda*, 1,25% *baking powder*) dengan rasio biji kacang dengan medium 1:4 (b/v), penirisan dan pengupasan kulit ari, pengukusan (100°C , 15 menit) sesuai perlakuan (dengan/tanpa pengukusan), pengeringan menggunakan *food dehydrator* (60°C , 8 jam), penepungan menggunakan *blender*, dan pengayakan menggunakan ayakan 60 mesh. Sampel disimpan dalam plastik kedap udara dengan suhu $\pm 4^{\circ}\text{C}$ hingga penggunaan lebih lanjut.

Parameter yang diujikan pada penelitian ini meliputi mutu kimia yaitu kadar air (Sudarmadji dkk., 2010) dan kadar protein (AOAC, 2001) yang telah dimodifikasi. Mutu fisik yaitu total rendemen (Sudarmadji dkk., 2010), uji kehalusan (BSN, 1992), dan uji warna (CHNSpec, 2015; Hutchings, 1999). Mutu organoleptik menggunakan uji hedonik dengan 6 skala (1=sangat tidak suka, 2=tidak suka, 3=kurang suka, 4=cukup suka, 5=suka, 6=sangat suka) pada atribut kenampakan, aroma, rasa, dan kualitas keseluruhan dan uji skor dengan 5 skala pada atribut kenampakan (1=warna tidak seragam dan sangat kusam, 2=warna tidak seragam dan kusam, 3=warna kurang seragam dan agak kusam, 4=warna sedikit kurang seragam dan cerah, 5=warna seragam dan cerah); aroma (1=amat sangat beraroma langu, 2=sangat beraroma langu, 3=cukup beraroma langu, 4=sedikit beraroma langu, 5=tidak beraroma langu); dan rasa (1=amat sangat pahit, 2=sangat pahit, 3=cukup pahit, 4=sedikit pahit, 5=tidak pahit) (Poste dkk., 1991; BSN, 2011) dengan 30 panelis semi terlatih dari mahasiswa Fakultas Teknologi Pangan dan Agroindustri. Data hasil pengamatan kemudian dianalisis dengan analisis ragam satu arah (*One-Way ANOVA*) dengan taraf nyata 5% menggunakan aplikasi

IBM SPSS Statistics 27. Apabila antara faktor yang diuji coba terdapat perbedaan nyata, maka dilakukan uji lanjut Beda Nyata Jujur (BNJ) dengan taraf nyata 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar Air

Kadar air yang rendah dibutuhkan agar masa simpan bahan lebih panjang dengan mengurangi risiko pertumbuhan mikroba dan aktivitas kimiawi (Wodajo dan Emire, 2022).

Secara uji statistik, diketahui bahwa jenis medium perendaman dan kombinasi perlakuan pendahuluan tepung kacang merah berpengaruh secara signifikan terhadap kadar air. Kadar air tepung kacang merah (4,43–6,53%) lebih rendah dibandingkan dengan biji kacang merah (14,41%) pada Tabel 1. Purata pengaruh jenis medium perendaman dan kombinasi perlakuan pendahuluan terhadap kadar air tepung kacang merah disajikan pada Tabel 2.

Tabel 1. Purata Kadar Air dan Kadar Protein Biji Kacang Merah

Bahan Baku	Kadar Air (%bb)	Kadar Protein (%bb)
Biji kacang merah	14,41±1,95	20,52±0,23

Keterangan: Purata±standar deviasi.

Tabel 2. Purata Pengaruh Jenis Medium Perendaman dan Kombinasi Perlakuan Pendahuluan terhadap Kadar Air dan Kadar Protein Tepung Kacang Merah

Perlakuan Pendahuluan	Kadar Air (%bb)	Kadar Protein (%bb)
J1M1	4,79±0,26 ^a	23,92±0,12 ^a
J1M2	6,53±0,57 ^b	24,06±0,09 ^{ab}
J2M1	4,43±0,80 ^a	24,57±0,09 ^{bc}
J2M2	5,75±0,51 ^{ab}	25,06±0,26 ^c
J3M1	4,96±0,30 ^a	24,56±0,21 ^{bc}
J3M2	5,40±0,47 ^{ab}	24,61±0,27 ^{bc}

Keterangan: Purata dengan huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan data tidak berbeda nyata (BNJ, $p < 0,05$). J1M1, perendaman dengan aquades; J1M2, perendaman dengan aquades dan pengukusan; J2M1, perendaman dengan 0,25% *baking soda*; J2M2, perendaman dengan 0,25% *baking soda* dan pengukusan; J3M1, perendaman dengan 1,25% *baking powder*; J3M2, perendaman dengan 1,25% *baking powder* dan pengukusan.

Secara umum, kadar air tepung dengan perlakuan perendaman saja lebih rendah dibandingkan dengan tepung yang diberikan perlakuan pendahuluan perendaman dan pengukusan. Sementara perbedaan jenis medium perendaman tidak terlalu menunjukkan perbedaan kadar air yang besar. Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan pendahuluan cenderung menjadi pengaruh utama dari perbedaan kadar air antar perlakuan tepung kacang merah pada penelitian ini.

Adapun kombinasi perlakuan pendahuluan berupa proses pengukusan diketahui dapat menghasilkan tepung kacang merah dengan kadar air yang lebih tinggi. Hal ini terjadi karena selama proses hidrotermal, granula pati menyerap air dan mengembang yang dapat menyebabkan meningkatnya kemampuan kacang untuk menahan air bahkan setelah

proses pengeringan, sehingga mengandung kadar air yang lebih tinggi (Majzoobi dkk., 2016; Mananga dkk., 2022). Oleh karena itu, tepung tanpa kombinasi pengukusan memperoleh kadar air yang lebih rendah dibandingkan dengan pengukusan.

Adapun hasil kadar air tepung dengan perendaman 0,25% *baking soda* dan 1,25% *baking powder* dengan kombinasi pengukusan tidak berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa perendaman dengan kedua jenis medium tersebut efektif untuk menurunkan kadar air tepung—bahkan dengan kombinasi pengukusan—karena hasilnya yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan tanpa pengukusan. Hasil tersebut kemungkinan disebabkan karena kemampuan larutan alkali seperti *baking soda* dan *baking powder* yang diketahui dapat merusak struktur biji, bermigrasi ke bagian dalam biji, dan

melunakkan biji kacang (Avila dkk., 2015; Abdel-Aleem dkk., 2019). Hal tersebut yang menyebabkan biji tidak mampu menahan air dalam sel dan kehilangan lebih banyak kandungan airnya selama proses pengeringan akibat penguapan, meskipun telah melalui proses pengukusan. Terlepas dari hasil yang signifikan antar perlakuan, kadar air dari seluruh tepung kacang merah diketahui masih dapat diterima berdasarkan syarat karakteristik dasar dari tepung kacang merah, yakni $\leq 10\%$ (BPOM, 2019).

Kadar Protein

Kandungan protein tepung kacang merah merupakan salah satu alasan tepung ini banyak digunakan sebagai bahan alternatif untuk mengatasi masalah malnutrisi dan sebagai pengganti protein hewani pada produk vegan (Hoxha dkk., 2020; Muhammad dkk., 2025). Pengaruh jenis medium perendaman dan kombinasi perlakuan pendahuluan terhadap kadar protein tepung kacang merah disajikan pada Tabel 2.

Berdasarkan Tabel 2., kadar protein kasar tepung kacang merah pada penelitian ini berbeda secara signifikan berdasarkan jenis medium perendaman dan kombinasi perlakuan pendahuluan yang diterapkan. Secara keseluruhan, kadar protein tepung kacang merah yang dihasilkan lebih tinggi (23,92–25,06%) dibandingkan dengan biji kacang merah yang belum diolah (20,52%) pada Tabel 1. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan pendahuluan yang diberikan efektif untuk meningkatkan kandungan protein kacang merah. Kadar protein tepung kacang merah yang diperoleh pada penelitian ini lebih tinggi dibandingkan pada penelitian Ratnawati dkk. (2019), yakni sebesar 22,53%. Perbedaan ini dipengaruhi oleh perlakuan selama proses pengolahan. Penelitian tersebut merendam kacang pada suhu 60 hingga 70°C selama 3 menit dan mengeringkan tepung pada suhu 50°C selama 12 jam. Berbeda dengan proses pengolahan yang dilakukan pada penelitian ini, yang menggunakan perendaman dengan *baking soda* dan *baking powder*, serta dikombinasikan dengan proses pengukusan. Kombinasi perlakuan perendaman alkali dan

pengukusan tersebut dapat mempengaruhi kelarutan protein, denaturasi, dan mungkin meningkatkan protein yang dapat dideteksi dengan melarutkan faktor antinutrisi seperti tanin yang mengikat protein.

Peningkatan kadar protein yang signifikan terdapat pada perlakuan perendaman dengan garam alkali baik *baking soda* maupun *baking powder*, dibandingkan dengan perendaman dengan aquades. Kadar protein tertinggi diperoleh dari perlakuan perendaman dengan 0,25% *baking soda* yang dikombinasikan dengan pengukusan yakni sebesar 25,06%. Adapun perlakuan perendaman dengan 0,25% *baking soda* tanpa pengukusan dan 1,25% *baking powder* dengan pengukusan menghasilkan tepung kacang merah dengan kadar protein yang tidak berbeda signifikan dengan perlakuan perendaman dengan 0,25% *baking soda* dengan pengukusan dan 1,25% *baking powder* tanpa pengukusan. Hal ini menunjukkan bahwa perbedaan nyata dari hasil kadar protein tersebut disebabkan karena penggunaan jenis medium garam alkali dan didukung dengan kombinasi pengukusan yang diberikan.

Hasil ini sesuai dengan penelitian Lu dkk. (2024) yang menyatakan bahwa kondisi pH basa dan suhu pemanasan (40°C) dapat memfasilitasi terurainya struktur protein dan meningkatkan kelarutan, sehingga meningkatkan rendemen protein kasar pada tepung kacang faba. Penelitian Mananga dkk. (2022) juga menghubungkan peningkatan protein pada kacang merah setelah perebusan dengan perendaman menggunakan larutan *baking soda* pada kadar 0,6%. Hasil ini menegaskan bahwa perendaman dengan larutan garam alkali dan proses hidrotermal secara sinergis meningkatkan kadar protein kasar tepung kacang merah.

Peningkatan jumlah kadar protein ini diduga berhubungan dengan peningkatan kelarutan (*solubility*) protein. Penggunaan larutan alkali dengan perlakuan pemanasan bekerja sinergis untuk memecah matriks protein dan menyebabkan protein oligomerik terdisosiasi menjadi unit-unit yang lebih kecil, sehingga menjadi lebih larut (Palupi dkk., 2024; Ertaş, 2021). Di samping itu, larutan alkali juga

membantu melarutkan tanin (Patil dkk., 2024), sehingga melepaskan senyawa nitrogen terikat dan meningkatkan hasil protein terukur saat analisis Kjeldahl (Wodajo dan Emire, 2022).

Rendemen

Berdasarkan Tabel 3., tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada total rendemen tepung kacang merah berdasarkan jenis medium perendaman dan kombinasi perlakuan pendahuluan yang diberikan. Rendemen tepung kacang merah yang diperoleh berkisar antara 54,68–57,49% dari jumlah bahan baku yang digunakan. Total rendemen yang diperoleh ini sejalan dengan penelitian Kartaningsih dkk. (2021) yang memperoleh rendemen tepung kacang merah tanpa kulit

sebesar 56,2% dengan perlakuan perendaman dan penyangraian. Rendemen tepung kacang merah yang diperoleh tergolong tinggi dibandingkan dengan tepung kacang hitam pada penelitian Purnomo dkk. (2015) yang direndam selama 12 jam yakni sebesar 49,39%.

Jumlah total rendemen dipengaruhi oleh kadar pati pada tepung (Fauzi dkk., 2016). Berdasarkan hasil rendemen tersebut, dapat diketahui bahwa jenis medium perendaman dan kombinasi perlakuan pendahuluan dapat mempengaruhi pelarutan zat anti gizi dan meningkatkan karena kelarutan protein, tetapi tidak mengubah massa total rendemen biji kacang yang dijadikan tepung secara signifikan.

Tabel 3. Purata Pengaruh Jenis Medium Perendaman dan Kombinasi Perlakuan Pendahuluan terhadap Rendemen, Kehalusan, dan Warna Tepung Kacang Merah

Perlakuan Pendahuluan	Rendemen (%)	Kehalusan (%)		Warna	
		Lolos Ayakan 40 mesh	Lolos Ayakan 60 mesh	Nilai L*	Nilai °Hue
J1M1	56,65±1,43 ^a	100±0,00 ^a	100±0,004 ^a	92,63±0,23 ^b	92,63±0,23 ^b
J1M2	55,11±0,13 ^a	100±0,00 ^a	99,98±0,004 ^a	90,48±0,36 ^a	90,48±0,36 ^a
J2M1	54,68±0,78 ^a	100±0,00 ^a	100±0,003 ^a	92,45±0,42 ^b	92,45±0,42 ^b
J2M2	55,04±1,78 ^a	100±0,00 ^a	99,98±0,012 ^a	92,02±0,39 ^{ab}	92,02±0,39 ^{ab}
J3M1	57,49±1,67 ^a	100±0,00 ^a	99,99±0,005 ^a	94,69±0,62 ^c	94,69±0,62 ^c
J3M2	57,21±0,68 ^a	100±0,00 ^a	99,99±0,007 ^a	92,03±1,34 ^{ab}	92,03±1,34 ^{ab}

Keterangan: Purata±standar deviasi. Purata dengan huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan data tidak berbeda nyata (BNJ, $p < 0,05$). J1M1, perendaman dengan aquades; J1M2, perendaman dengan aquades dan pengukusan; J2M1, perendaman dengan 0,25% *baking soda*; J2M2, perendaman dengan 0,25% *baking soda* dan pengukusan; J3M1, perendaman dengan 1,25% *baking powder*; J3M2, perendaman dengan 1,25% *baking powder* dan pengukusan.

Hal ini sesuai dengan temuan Palupi dkk. (2024) yang menyatakan bahwa penurunan rendemen yang signifikan akan mulai terjadi pada suasana yang sangat basa (pH 11) ionisasi rantai pati tampaknya terjadi pada pH yang sangat tinggi, yang meningkatkan kelarutan pati. Dengan demikian, perendaman biji kacang merah dengan pH yang lebih rendah dari itu (aquades, pH 7; 0,25% *baking soda*, pH 8,41; 1,25% *baking powder*, pH 7,21) tidak mengurangi jumlah pati secara signifikan.

Hasil rendemen yang tidak signifikan ini kemungkinan juga disebabkan karena penepungan yang efisien pada setiap perlakuan. Hal ini dijelaskan oleh Prayudani

dkk. (2023) dalam penelitiannya di mana rendemen tepung yang tidak signifikan dapat diperoleh jika proses penggilingan tepung yang dilakukan telah efisiensi dan ideal. Berdasarkan pernyataan tersebut, proses penepungan yang seragam dan efisien pada tiap perlakuan dapat menghasilkan total rendemen yang relatif sama pula.

Kehalusan

Pengaruh jenis medium perendaman dan kombinasi perlakuan pendahuluan terhadap kehalusan tepung kacang merah, berdasarkan Tabel 3., tidak terdapat perbedaan yang signifikan. Total kehalusan tepung kacang

merah menggunakan ayakan 40 mesh maupun 60 mesh, memperoleh perbedaan hasil yang tidak signifikan secara statistik. Seluruh perlakuan dapat 100% lolos ayakan 40 mesh dan hanya sedikit saja yang tidak lolos 100% pada ayakan 60 mesh. Hal ini menunjukkan bahwa tepung kacang merah yang dihasilkan telah memenuhi persyaratan mutu kehalusan tepung kacang merah, yaitu 100% lolos ayakan 40 mesh dan 95% lolos ayakan 60 mesh (BPOM, 2019). Minimnya perbedaan total kehalusan ini kemungkinan disebabkan karena pengayakan dalam proses pengolahan tepung ini sendiri telah menggunakan ayakan 60 mesh guna memenuhi persyaratan mutu kehalusan tersebut.

Kehalusan merupakan salah satu indikator penentu kualitas produk tepung dan sifat fungsionalnya (Tiofanny dan Amrinola, 2025). Tepung dengan kehalusan tinggi (*fine powder*) akan menghasilkan tepung yang memiliki densitas kampa yang tinggi, lebih mudah larut, dan warna yang lebih cerah (Awuchi dkk., 2019). Tepung yang halus dapat diperoleh melalui proses penepungan yang baik. Menurut Thakur dkk. (2019), penepungan yang lebih efisien diperoleh apabila menggunakan bahan baku dengan kadar air yang lebih rendah. Kadar air di bawah 11% dapat meningkatkan kekerasan biji (*seed hardness*) yang akan memudahkan proses penepungan dan meminimalisir penggunaan energi saat proses penepungan berlangsung. Hal ini sejalan dengan hasil uji kadar air yang diperoleh pada penelitian ini, yakni berada di bawah 11%. Oleh karena itu, total kehalusan dari seluruh perlakuan tidak ditemukan perbedaan signifikan sebab proses pengayakan yang seragam menggunakan ayakan 60 mesh dan kandungan air rendah memudahkan proses penepungan yang lebih efisien.

Warna

Pengaruh jenis medium perendaman dan kombinasi perlakuan pendahuluan terhadap warna tepung kacang merah disajikan pada Tabel 3. Parameter warna tepung pada penelitian ini dilakukan dengan melihat nilai L^* dan $^{\circ}\text{Hue}$ pada masing-masing perlakuan. Nilai L^* mengindikasikan kecerahan dari tepung

dengan nilai tertinggi mencerminkan tepung yang lebih cerah ($100=\text{putih}$), sedangkan nilai terendah mewakili tepung yang lebih gelap ($0=\text{hitam}$) (Hutchings, 1999). Hasil pengujian nilai L^* pada penelitian ini menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara jenis medium perendaman yang digunakan dan kombinasi perlakuan pendahuluan terhadap kecerahan tepung kacang merah. Nilai L^* pada setiap perlakuan berada pada kisaran di atas 90. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat kecerahan tepung kacang merah yang dihasilkan cenderung tinggi.

Nilai yang diperoleh tersebut lebih tinggi dibandingkan dengan tepung kacang merah yang dihasilkan oleh Ratnawati dkk. (2019) yakni sebesar 86,74 dengan perlakuan perendaman selama 3 jam. Hal ini sesuai dengan temuan Wodajo dan Emire (2022) bahwa proses perendaman selama 24 jam dapat meningkatkan kecerahan pada tepung kacang merah dengan nilai L^* hingga 90,54. Warna yang lebih cerah ini juga dapat diperoleh karena adanya proses pengupasan kulit biji (*dehulling*) kacang merah (Pangastuti dkk., 2013). Fenomena tersebut disebabkan oleh pigmen warna biji kacang merah, antosianin, yang banyak pada kulit biji tidak ikut ditepungkan, sehingga menghasilkan warna yang lebih cerah.

Tepung yang memiliki kecerahan paling tinggi pada penelitian ini diperoleh pada perlakuan perendaman dengan 1,25% *baking powder* (94,69) diikuti oleh tepung dengan perendaman 0,25% *baking soda* (92,45) tanpa pengukusan, sementara yang terendah didapati pada tepung dengan perendaman aquades dan pengukusan (90,48). Perbedaan nilai L^* ini diperoleh diduga karena adanya perbedaan kemampuan pelarutan antara medium perendaman yang digunakan dan adanya kombinasi perlakuan pendahuluan berupa proses pengukusan. Perlakuan perendaman dan proses hidrotermal (perebusan) menyebabkan perubahan tingkat kecerahan pada tepung akibat adanya kehilangan senyawa polifenol pada kacang (Locali-Pereira dkk., 2022; Kenar dkk., 2020). Perendaman dengan larutan yang memiliki pH di atas 7 dapat mengurangi jumlah senyawa

polifenol—seperti tanin yang memiliki warna kemerahan hingga kecoklatan—dan menurunkan aktivitas enzim polifenol oksidase (PPO)—penyebab browning (Troszyńska dkk., 2005; Mizobutsi dkk., 2010). Hal ini diduga menjadi alasan tepung dengan perendaman dengan 1,25% *baking powder* menghasilkan tepung yang lebih cerah dibandingkan dengan perendaman dengan medium lainnya.

Sementara itu, nilai kecerahan tepung yang melalui proses kombinasi perendaman dengan pengukusan memperoleh hasil yang lebih rendah dibandingkan dengan tepung tanpa pengukusan. Warna tepung dengan kombinasi pengukusan pada tiga sampel dengan jenis medium perendaman yang berbeda ini memiliki tingkat kecerahan yang relatif lebih rendah dibandingkan dengan tepung tanpa kombinasi proses pengukusan, terlepas dari jenis medium yang digunakan. Hal ini terjadi karena proses pengukusan selama 15 menit pada suhu 100°C yang memicu berlangsungnya proses pencokelatan non-enzimatis yakni reaksi Maillard yang menyebabkan penurunan nilai L^* (Brown, 2011). Adapun menurut Lotfy dkk. (2021), reaksi Maillard juga dipengaruhi oleh pH lingkungan terjadinya reaksi dengan intensitas pencokelatan yang meningkat seiring meningkatnya pH hingga 8. Kondisi basa diketahui dapat meningkatkan pembentukan basa Schiff dan mempercepat proses berlangsungnya reaksi Maillard, sehingga menghasilkan warna yang lebih gelap. Hal ini menjelaskan alasan tingkat kecerahan tepung dengan perendaman 0,25% *baking soda* (pH= 8,14) tidak lebih tinggi dari perlakuan dengan 1,25% *baking powder* (pH= 7,24), pada perlakuan tanpa pengukusan. Meskipun demikian, kecerahan tepung secara keseluruhan masih tergolong tinggi (mendekati nilai 100) pada setiap perlakuan.

Selain nilai L^* , nilai $^{\circ}\text{Hue}$ juga menjadi salah satu parameter warna yang penting pada tepung. Menurut Wodajo dan Emire (2022), nilai $^{\circ}\text{Hue}$ menggambarkan bagaimana warna pada tepung tersebut akan tampak bagi manusia. Masing-masing derajat dari nilai $^{\circ}\text{Hue}$ menggambarkan daerah kisaran warna yang telah ditentukan (Hutchings, 1999). Berdasarkan Tabel 4.2, diketahui bahwa tidak

terdapat perbedaan yang signifikan antara jenis medium perendaman dan kombinasi perlakuan pendahuluan yang diterapkan terhadap nilai $^{\circ}\text{Hue}$ tepung kacang merah yang dihasilkan. Hal ini sejalan dengan penelitian Leahu dan Rosu (2014) yang menyatakan bahwa nilai $^{\circ}\text{Hue}$ memiliki variasi yang kecil pada kacang merah dengan perlakuan perendaman *baking soda* berbagai konsentrasi (1–5%), proses hidrotermal, dan pengeringan. Hal ini menunjukkan bahwa kacang merah memiliki perbedaan nilai $^{\circ}\text{Hue}$ yang rendah terlepas dari berbagai perlakuan yang diberikan. Adapun nilai $^{\circ}\text{Hue}$ tepung kacang merah pada penelitian ini berkisar dari 55,16°–69,55° yang menandakan bahwa tepung yang dihasilkan jatuh pada kisaran warna antara kuning–merah (54°–90°). Nilai $^{\circ}\text{Hue}$ tepung lebih condong pada kisaran 54° yang menandakan tepung cenderung tampak berwarna kuning. Dengan demikian, nilai $^{\circ}\text{Hue}$ tepung kacang merah diketahui memiliki kisaran warna yang sama tanpa terpengaruh oleh jenis medium perendaman dan kombinasi perlakuan pendahuluan yang diberikan. Hasil ini sesuai dengan pernyataan Brown (2011) terkait penggunaan proses pengukusan yang dapat mempertahankan warna bahan baku.



Gambar 1. Warna Tepung Kacang Merah

Organoleptik (Kenampakan)

Pengaruh jenis medium perendaman dan kombinasi perlakuan pendahuluan terhadap kenampakan tepung kacang merah disajikan pada Tabel 4. Kenampakan tepung kacang merah memperoleh hasil yang berbeda nyata berdasarkan jenis medium perendaman dan kombinasi perlakuan pendahuluan tepung yang diberikan. Tingkat penerimaan tepung kacang merah pada parameter kenampakan tergolong

cukup tinggi melalui uji hedonik, yaitu berkisar cukup suka–suka dengan deskripsi tepung, sesuai dengan uji skor, nampak memiliki warna yang sedikit kurang seragam dengan kenampakan yang cerah. Warna yang sedikit kurang seragam kemungkinan disebabkan karena adanya kulit biji kacang merah yang terikut, sehingga warna tepung tampak sedikit kurang seragam.

tertinggi diperoleh perlakuan dengan perendaman 1,25% *baking powder* dan 0,25% *baking soda* yang dikombinasikan dengan pengukusan. Sementara itu, tepung dengan perlakuan perendaman dengan aquades dan pengukusan, dengan 0,25% *baking soda* tanpa pengukusan, dan dengan 1,25% *baking powder* tanpa pengukusan memiliki tingkat penerimaan yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan pengukusan yang didukung dengan perendaman garam alkali memberikan pengaruh positif bagi kenampakan tepung.

Warna tepung yang cerah tersebut menyebabkan tingkat penerimaan konsumen menjadi lebih tinggi karena cenderung lebih disukai oleh konsumen (Purnomo dkk., 2015). Hasil ini sesuai dengan hasil pengujian tingkat

kecerahan secara objektif pada uji warna, nilai L^* yang diperoleh pada tepung kacang merah tergolong tinggi, yakni di atas 90. Hal yang serupa ditemukan pada penelitian Abdel-Aleem dkk. (2019) diperoleh kacang faba yang direndam dengan *baking soda* dan juga *baking powder* sebelum dimasak memperoleh tingkat penerimaan yang lebih tinggi secara warna dibandingkan dengan perendaman menggunakan air biasa (*tap water*).

Organoleptik (Aroma)

Pengaruh jenis medium perendaman dan kombinasi perlakuan pendahuluan terhadap aroma tepung kacang merah disajikan pada Tabel 4. Berdasarkan Tabel 4., diketahui bahwa jenis medium perendaman dan kombinasi perlakuan pendahuluan berpengaruh nyata terhadap mutu aroma tepung kacang merah. Tingkat penerimaan aroma tepung yang paling tinggi diperoleh pada perlakuan perendaman dengan 0,25% *baking soda* dan 1,25% *baking powder* dengan kombinasi pengukusan. Kedua tepung ini diketahui hanya memiliki aroma yang sedikit langu, sedangkan perendaman menggunakan aquades saja, khususnya tanpa pengukusan, menghasilkan aroma yang cukup langu dengan tingkat penerimaan yang rendah.

Tabel 4. Purata Pengaruh Jenis Medium Perendaman dan Kombinasi Perlakuan Pendahuluan terhadap Kadar Air dan Kadar Protein Tepung Kacang Merah

Perlakuan Pendahuluan	Kenampakan		Aroma		Rasa		Kualitas Keseluruhan
	H	S	H	S	H	S	
J1M1	4,2±1,38 ^a	4,1±1,05 ^{ab}	3,3±1,01 ^a	3,2±1,18 ^a	2,7±1,24 ^a	2,9±0,99 ^a	3,2±1,15 ^a
J1M2	4,7±0,88 ^{ab}	4,1±0,94 ^{ab}	4,3±0,85 ^{bc}	4,1±0,94 ^{bc}	4,1±1,08 ^b	4,4±1,41 ^b	4,3±1,04 ^{bc}
J2M1	4,5±0,94 ^{ab}	3,8±1,25 ^a	3,6±1,04 ^a	3,6±0,82 ^{ab}	2,8±1,31 ^a	3,1±1,19 ^a	3,5±1,11 ^a
J2M2	4,9±0,77 ^b	4,4±0,91 ^b	4,6±0,97 ^c	4,2±0,99 ^c	4,3±1,09 ^b	4,3±1,06 ^b	4,4±1,00 ^c
J3M1	4,5±1,17 ^{ab}	4,1±1,22 ^{ab}	3,8±1,21 ^{ab}	3,8±0,97 ^{bc}	2,8±1,18 ^a	3,2±1,23 ^a	3,6±1,10 ^{ab}
J3M2	5,0±0,86 ^b	4,2±0,87 ^{ab}	4,4±0,81 ^{bc}	4,1±0,82 ^c	4,5±0,82 ^b	4,6±1,17 ^b	4,7±0,84 ^c

Keterangan: Purata±standar deviasi. Purata dengan huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan data tidak berbeda nyata (BNJ, $p < 0,05$). H, hedonik; S, skor (*scoring*). J1M1, perendaman dengan aquades; J1M2, perendaman dengan aquades dan pengukusan; J2M1, perendaman dengan 0,25% *baking soda*; J2M2, perendaman dengan 0,25% *baking soda* dan pengukusan; J3M1, perendaman dengan 1,25% *baking powder*; J3M2, perendaman dengan 1,25% *baking powder* dan pengukusan.

Hal ini sesuai dengan pernyataan King dkk. (2024) bahwa aroma langu (*beany flavor*) merupakan salah satu faktor rendahnya penerimaan konsumen terhadap produk kacang-kacangan. Menurut Febrianto dkk.

(2016), aroma langu ini diketahui timbul akibat pembentukan senyawa volatil yang disebabkan oleh aktivitas enzim lipoksigenase (LOX). Pengukusan terbukti efektif untuk menginaktivasi enzim LOX karena sangat

sensitif terhadap perlakuan hidrotermal, seperti yang dijelaskan pada penelitian Stephany dkk. (2016) bahwa proses pengukusan pada suhu 80°C selama 7 menit dapat mengurangi aktivitas enzim lipoksigenase pada biji lupin.

Temuan ini didukung dengan penelitian Lu dan Al Jasser (1986) yang menyatakan bahwa produk mie dan roti yang mengandung tepung kacang kedelai dengan perlakuan perendaman menggunakan 0,5% *baking soda* dan pengukusan memperoleh tingkat penerimaan yang tinggi pada parameter aroma dan rasa. Penelitian Chong dkk. (2019) juga memperoleh hasil aroma langu (*beany flavor*) yang lebih lemah pada kacang kedelai dengan perlakuan pengukusan. Berdasarkan penelitian tersebut, inaktivasi enzim LOX mencegah reaksi oksidasi senyawa prekursor aroma langu. Dengan demikian, senyawa volatil penyebab aroma langu lebih sedikit dihasilkan dan diperoleh peningkatan penerimaan konsumen terhadap tepung.

Organoleptik (Rasa)

Pengaruh jenis medium perendaman dan kombinasi perlakuan pendahuluan terhadap rasa tepung kacang merah disajikan pada Tabel 4. Berdasarkan Tabel di atas, diketahui bahwa jenis medium perendaman dan kombinasi perlakuan pendahuluan sangatlah berpengaruh terhadap rasa tepung kacang merah, khususnya kombinasi perlakuan pendahuluan berupa pengukusan. Tingkat penerimaan tertinggi pada parameter rasa diperoleh dengan perlakuan perendaman 1,25% *baking powder* diikuti tepung dengan perendaman 0,25% *baking soda* yang dikombinasikan dengan proses pengukusan. Kedua tepung tersebut diketahui memiliki rasa yang tidak pahit dan sedikit pahit secara berurutan, sedangkan tepung dengan perendaman aquades memiliki rasa yang cukup pahit dengan penerimaan yang rendah. Hal ini sesuai dengan pernyataan Mkanda dkk. (2007) bahwa rendahnya tingkat penerimaan konsumen terhadap kacang merah disebabkan oleh adanya rasa pahit yang timbul akibat tingginya komponen fenolik seperti tanin pada kacang, khususnya pada kacang yang berwarna gelap. Menurut penelitian ini, pengupasan kulit, membuang air rendaman,

kemudian memasak kacang dengan air yang baru dapat menurunkan kadar senyawa fenolik ini.

Penelitian Devi dkk (2018) menyatakan bahwa perendaman kacang gude pada air alkali (1% *baking soda*) mengurangi kadar tanin lebih tinggi dibandingkan dengan perendaman dengan aquades. Hal ini disebabkan karena pelarutan pada medium perendaman yang menyebabkan difusi tanin dari biji ke air rendaman yang menyebabkan berkurangnya rasa pahit, sehingga dapat diterima konsumen (Patil dkk., 2024). Menurut Godrich dkk. (2023), penurunan tanin selama proses perendaman dan hidrotermal disebabkan karena sifatnya yang larut air, sehingga menyebabkan tanin dalam kacang larut ke dalam air rendaman yang selanjutnya ikut terbuang. Dengan demikian, melalui kedua kombinasi perlakuan tersebut, rasa pahit yang secara alami terdapat pada kacang dapat dikurangi bahkan dihilangkan.

Hasil ini sesuai dengan penelitian Abdel-Aleem dkk. (2019) dengan perlakuan kacang faba direndam pada larutan *baking powder* sebelum direbus memperoleh tingkat penerimaan yang paling tinggi pada parameter rasa dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Rasa tepung kacang merah pada tepung dengan perendaman 1,25% *baking powder* lebih baik dibandingkan dengan perendaman 0,25% *baking soda*—yang memiliki kemampuan pelarutan tanin yang lebih kuat. Hal ini diduga disebabkan perendaman dengan *baking soda* atau suasana pH yang tinggi akan mempengaruhi rasa dan memberikan kesan pahit. Dengan demikian, perendaman dengan 1,25% *baking powder* dengan kombinasi pengukusan lebih efektif untuk meningkatkan penerimaan konsumen terhadap rasa tepung kacang merah, sehingga diharapkan tidak mempengaruhi rasa produk akhir.

Organoleptik (Kualitas Keseluruhan)

Pengaruh jenis medium perendaman dan kombinasi perlakuan pendahuluan terhadap kualitas keseluruhan tepung kacang merah disajikan pada Tabel 4. Berdasarkan Tabel 4., diketahui bahwa jenis medium perendaman dan kombinasi perlakuan pendahuluan

berpengaruh nyata terhadap kualitas keseluruhan tepung kacang merah. Penerimaan kualitas keseluruhan mencerminkan pengaruh kumulatif dari seluruh parameter mutu yang diamati (kenampakan, rasa, dan aroma) berdasarkan penilaian personal panelis (Shashego, 2019). Hasil penerimaan tertinggi diperoleh tepung kacang merah dengan perendaman 1,25% *baking powder* dan 0,25% *baking soda* yang dikombinasikan dengan pengukusan. Hal ini menunjukkan bahwa penerimaan kualitas keseluruhan pada tepung kacang merah dapat dioptimalkan dengan mengaplikasikan antara perlakuan perendaman dengan garam dan pengukusan yang bekerja secara sinergis untuk mempertahankan warna dan kecerahan, mengurangi aroma langu, serta mengeliminasi rasa pahit (Abdel-Aleem dkk., 2019; Shashego, 2019; Chong dkk., 2019). Hasil ini serupa dengan penelitian Abdel-Aleem dkk. (2019) yang menyatakan bahwa perendaman kacang faba dengan 0,5% dan 1% *baking powder* memperoleh nilai sensori yang paling tinggi terhadap tingkat penerimaan pada parameter warna, aroma, rasa, dan kualitas keseluruhan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan uraian pembahasan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Jenis medium perendaman dan kombinasi perlakuan pendahuluan memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kadar air, kadar protein kasar, warna (nilai L*), dan mutu sensori (kenampakan, aroma, rasa, dan kualitas keseluruhan) tepung kacang merah. Namun, tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah rendemen, kehalusan, dan warna ($^{\circ}$ hue) tepung kacang merah.
2. Tepung kacang merah terbaik diperoleh pada perlakuan perendaman 1,25% *baking powder* dengan kombinasi pengukusan yang memiliki mutu dan tingkat penerimaan yang tinggi pada parameter kenampakan, aroma, rasa, dan kualitas secara keseluruhan dengan kehalusan tepung 99,99% lolos ayakan 60 mesh dan kadar air 5,40% yang telah memenuhi standar syarat mutu

Peraturan BPOM No. 34 Tahun 2019; kadar protein 24,61%; serta memiliki rendemen sebesar 57,21%, kecerahan tinggi ($L^*=92,03$), dan warna cenderung kekuningan ($^{\circ}$ hue=69,55).

DAFTAR PUSTAKA

- Abdel-Aleem, W. M., Sanaa M. Abdel-Hameed, and Souzan S. Latif. 2019. Effect of Soaking and Cooking on Nutritional and Quality Properties of Faba Bean. *J. of Food and Dairy Sci.* 10 (10): 389-395. <https://doi.org/10.21608/jfds.2019.62862>.
- Association of Official Analytical Collaboration (AOAC). 2001. *AOAC Official Method 2001.11. Protein (Crude) in Animal Feed, Forage (Plant Tissue), Grain, and Oilseeds: Block Digestion Method Using Copper Catalyst and Steam Distillation into Boric Acid. First Action 2001*. Oxford University Press.
- Ávila, Bianca P., Magda S. dos Santos, Angélica M. Nicoletti, Gabriela D. Alves, Moacir C. Elias, Jander Monks, and Márcia A. Gulate. 2015. Impact of Different Salts in Soaking Water on the Cooking Time, Texture and Physical Parameters of Cowpeas. *Plant Foods Hum Nutr* 70:463-469. <https://doi.org/10.1007/s11130-015-0504-7>.
- Awuchi, C. G., Igwe, V. S., & Echeta, C. K. (2019). The Functional Properties of Foods and Flours. *International Journal of Advanced Academic Research*, 5(11), 139-160. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:233305894>
- Badan Pusat Statistik. 2021. *Produksi Tanaman Sayuran Menurut Provinsi dan Jenis Tanaman 2020*. Badan Pusat Statistik.
- Badan Standardisasi Nasional. 1992. *Cara Uji Makanan dan Minuman. SNI 01-2891-1992*. Badan Standardisasi Indonesia.
- Badan Standardisasi Nasional. (1992). *Cara Uji Makanan dan Minuman SNI 01-2891-1992*. Badan Standardisasi Indonesia. <https://akses-sni.bsn.go.id/viewsni/baca/957> Badan Pengawas Obat dan Makanan. 2019. *Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan Nomor 34 Tahun 2019*

- Tentang Kategori Pangan.* Badan Pengawas Obat dan Makanan.
- Badan Standardisasi Nasional. 2011. *Petunjuk Pengujian Organoleptik dan atau Sensori. SNI 01-2346-2006_Rev. 2011.* Badan Standardisasi Nasional.
- Brown, Amy. 2011. *Understanding Food: Principles and Preparation.* N.p.: Cengage Learning. https://books.google.co.id/books/about/Understanding_Food_Principles_and_Preparation.html?id=G0ltCgAAQBAJ&redir_esc=y.
- CHNSpec. 2015. *Precise Color Reader Instruction Manual CS-10.* N.p.: CHNSpec. <https://images-na.ssl-images-amazon.com/images/I/A1gbzioXA3L.pdf>.
- Chong, Wah-Kang, Sook-Yun Mah, Azhar M. Easa, and Thuan-Chew Tan. 2019. Thermal Inactivation of Lipxygenase in Soya Bean Using Superheated Steam to Produce Low Beany Flavour Soya Milk. *J Food Sci Technol* 56 (9): 4371-4379. <https://doi.org/10.1007/s13197-019-03905-4>.
- Devi, Reena, Charul Chaudhary, Veena Jain, AK Saxena, and Sholpa Chawla. 2018. Effect of soaking on anti-nutritional factors in the sun-dried seeds of hybrid pigeon pea to enhance their nutrients bioavailability. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry* 7 (2): 675-680.
- Ertas, Nilgün. 2021. Improving the cake quality by using red kidney bean applied different traditional processing methods. *J Food Process Preserv* 45 (e15527): 1-10. <https://doi.org/10.1111/jfpp.15527>.
- Fauzi, Andi A., Muhsin Muhsin, dan Andi Sukainah. 2016. Pengaruh Variasi Larutan Perendaman Sukun terhadap Karakteristik Fisiko Kimia Tepung Sukun. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian* 2:79-86. <http://dx.doi.org/10.26858/jptp.v2i0.5188>.
- Febrianto, Noor A., Khalimatus Sa'diyah, and Tejasari. 2016. Red Kidney Bean Powder Substituted Milk in Cinnamon Herbal Coffee: Consumer Perception, Sensory Properties and Nutrition Content. *Pelita Perkebunan* 32 (2): 109-119. <https://doi.org/10.22302/iccricri.jur.pelitaperkebunan.v32i2.223>.
- Fennema, Owen R., Srinivasan Damodaran, and Kirk L. Parkin. 2017. *Fennema's Food Chemistry, Fifth Edition.* N.p.: CRC Press LLC. Boca Raton.
- Godrich, Joseph, Peter Rose, Molly Muleya, and Joanne Gould. 2023. The effect of popping, soaking, boiling and roasting processes on antinutritional factors in chickpeas and red kidney beans. *Int J Food Sci Technol* 58:279-289. <https://doi.org/10.1111/ijfs.16190>.
- Hoxha, Ibrahim, Gafur Xhabiri, and Ramadan Deliu. 2020. The Impact of Flour from White Bean (*Phaseolus vulgaris*) on Rheological, Qualitative and Nutritional Properties of the Bread. *Open Access Library Journal* 7 (e6059). <https://doi.org/10.4236/oalib.1106059>.
- Hutchings, John B. 1999. *Food Color and Appearance.* Second ed. N.p.: Springer. Gaithersburg.
- Kambabazi, M. R., M. W. Okoth, S. Ngala, L. Njue, and H. Vasanthakalam. 2021. Evaluation of Nutrient Content In Red Kidney Beans, Amaranth Leaves, Sweet Potato Roots and Carrots Cultivated in Rwanda. *Afr. J. Food Agric. Nutr. Dev.* 21 (4): 17801-17814. <https://doi.org/10.18697/ajfand.99.21095>.
- Kartiningsih, Kurnia M. Solichah, dan Faurina R. Fauzia. 2023. Nilai Gizi dan Daya Terima Cookies Wikara (Wijen Kacang Merah) untuk Mencegah Anemia Defisiensi Besi. *Journal Health and Nutritions* 9 (2): 80-92. <http://dx.doi.org/10.52365/jhn.v9i2.790>.
- Kementerian Kesehatan. 2018. Komposisi Gizi Kacang Merah, kering (Kidney bean, kering). Database Pangan Kelompok Kacang-kacangan.
- Kementerian Pertanian. 2023. *Statistik Konsumsi Pangan Tahun 2023.* N.p.: Kementerian Pertanian.
- Kenar, James A., Frederick C. Felker, Mukti Singh, Jeffery A. Byars, Mark A.

- Berhow, Michael J. Browman, and Jill K. Winkler-Moser. 2020. Comparison of composition and physical properties of soluble and insoluble navy bean flour components after jet-cooking, soaking, and cooking. *LWT - Food Science and Technology* 130 (109765). <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109765>.
- King, Jessie, Sze Y. Leong, Marbie Alpos, Courtney Johnson, Stephanie Mcleod, Mei Peng, Kevin Sutton, and Indrawati Oey. 2024. Role of food processing and incorporating legumes in food products to increase protein intake and enhance satiety. *Trends in Food Science & Technology* 147 (104466): 1-19. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2024.104466>.
- Leahu, Ana, and Alice I. Rosu. 2014. Effect of soaking on the cooking quality and color parameters of common beans (*Phaseolus Vulgaris* L.). *Food and Environment Safety* 13 (3): 244-251. <https://fens.usv.ro/index.php/FENS/article/view/107/105>.
- Locali-Pereira, Adilson R., Mirian T. Kubo, Caroline G. Fuzetti, and Vânia R. Nicoletti. 2022. Functional Properties of Physically Pretreated Kidney Bean and Mung Bean Flours and Their Performance in Microencapsulation of a Carotenoid-Rich Oil. *Front. Sustain. Food Syst* 6 (845566): 1-11. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2022.845566>.
- Lotfy, Shereen N., Rasha Saad, Khaled F. El-Massrey, and Hoda H. Fadel. 2021. Effects of pH on headspace volatiles and properties of Maillard reaction products derived from enzymatically hydrolyzed quinoa protein-xylose model system. *LWT - Food Science and Technology* 145 (111328): 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111328>.
- Lu, Jing, Galia Zamaratskaia, Maud Langton, Hanna S. Rohnisch, and Saeid Karkehabadi. 2024. Minimizing anti-nutritional factors in wet protein extraction from Swedish faba beans through the application of response surface methodology. *Food Chemistry* 460:140700. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2024.140700>.
- Lu, John Y., and Mohamed S. Al Jasser. 1986. Characteristics and Acceptability of a Flour Prepared from Sodium Bicarbonate Soaked and Steamed Soybeans. *Journal of Food Processing and Preservation* 10:177-187. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4549.1986.tb00017.x>.
- Majzoobi, Masha, Yasaman Pesaran, Gholamreza Mesbahi, and Asgar Farahnaky. 2016. Evaluation of the Effects of Hydrothermal Treatment on Rice Flour and Its Related Starch. *International Journal of Food Properties* 19 (9): 2135-2145. <https://doi.org/10.1080/10942912.2015.1110165>.
- Mananga, Marlyne-Josephine, Eyili N. Karrington, Kotue T. Charles, Kouandjoua N. Didier, and Fokou Elie. 2022. Effect of Different Processing Methods on the Nutritional Value of Red and White Bean Cultivars (*Phaseolus vulgaris* L.). *Journal of Food and Nutrition Sciences* 10 (1): 27-35. <https://doi.org/10.11648/j.jfns.20221001.15>.
- Mizobutsi, Gisele P., Fernando L. Finger, Rosiline A. Ribeiro, Rolf Puschmann, Ludmila Lafetá de Melo Neves, and Wagner Ferreira da Mota. 2010. Effect of pH and temperature on peroxidase and polyphenoloxidase activities of litchi pericarp. *Sci. Agric. (Piracicaba, Braz.)* 67 (2): 213-217. <https://doi.org/10.1590/S0103-90162010000200013>.
- Mkanda, Alice V., Amanda Minnaar, and Henriette L. de Kock. n.d. Relating consumer preferences to sensory and physicochemical properties of dry beans (*Phaseolus vulgaris*). *J. Sci. Food Agric.* 87:2868-2879. <https://doi.org/10.1002/jsfa.3046>.
- Muhammad, Dimas R., Diinah S. Kamiilah, Ardiba R. Sefrienda, Asri Nursiwi, and Anastriyani Yulviatun. 2025. Formulation of vegan chocolate with soybean and kidney bean: physical and sensory properties. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 1460 (012034). <https://doi.org/10.1088/1755->

- 1315/1460/1/012034.
- Palupi, Hapsari T., Teti Estiasih, Yunianta Subroto, and Aji Sutrisno. 2024. The effects of alkaline extraction on the characteristics of lima bean (*Phaseolus lunatus*) starch. *Brazilian Journal of Food Technology* 27 (e2022018). <https://doi.org/10.1590/1981-6723.01822>.
- Pangastuti, Hesti A., Dian R. Affandi, dan Dwi Ishartani. 2013. Karakterisasi Sifat Fisik dan Kimia Tepung Kacang Merah (*Phaseolus Vulgaris* L.) Dengan Beberapa Perlakuan Pendahuluan. *Jurnal Teknosains Pangan* 2 (1): 20-29. <https://jurnal.uns.ac.id/teknosains-pangan/article/view/4204/3630>.
- Patil, Nikhil D., Aarti Bains, Kandi Sridhar, Summya Rashid, Sawinder Kaur, Nemat Ali, Prince Chawla, and Minaxi Sharma. 2024. Effect of Sustainable Pretreatments on the Nutritional and Functionality of Chickpea Protein: Implication for Innovative Food Product Development. *Journal of Food Biochemistry* 2024 (5173736): 1-29. <https://doi.org/10.1155/2024/5173736>.
- Poste, Linda M., Deborah A. Mackie, Gail Butler, and Elizabeth Larmond. 1991. *Laboratory Methods for Sensory Analysis of Food*. N.p.: Canada Communication Group, Pub. Centre. Ottawa. <https://publications.gc.ca/site/eng/9.699476/publication.html>.
- Prayudani, Ayu P., Budyawan Saputra, Made Astawan, Tutik Wresdiyati, and Ratnaningsih E. Sardjono. 2023. Effect of Pre-Milling Method on Physicochemical and Functional Properties of Velvet Bean (*Mucuna pruriens* L.) Flour. *Food Science and Technology* 11 (2): 111-124. <https://doi.org/10.13189/fst.2023.110202>.
- Purnomo, Eko H., Achmad N. Ginanjar, Feri Kusnandar, dan Cynthia Andriani. 2015. Karakterisasi Sifat Fisikokimia Tepung Kacang Hitam dan Aplikasinya pada Brownies Panggang. *Jurnal Mutu Pangan* 2 (1): 26-33. <https://journal.ipb.ac.id/index.php/jmpi/article/view/27867/17824>.
- Ratnawati, L., D. Desnilasari, D. N. Surahman, and R. Kumalasari. 2019. Evaluation of Physicochemical, Functional and Pasting Properties of Soybean, Mung Bean and Red Kidney Bean Flour as Ingredient in Biscuit. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 251 (012026). <https://dx.doi.org/10.1088/1755-1315/251/1/012026>.
- Samben, Resti K., and Dylla H. Puspaningrum. 2020. Kandungan Protein, Serat, dan Daya Terima Kacang Gude pada Perbedaan Perlakuan Suhu dan Waktu. *Sintesa Prosiding*, 135-144. <https://doi.org/10.36002/snts.v0i0.1245>.
- Samuel, Reno, Intan N. Azni, dan Giyatmi. 2019. Pengaruh Substitusi Tepung Kacang Merah Terhadap Mutu Produk Brownies Kukus. *J. Teknol. Pangan Kes.* 1 (2): 113-121. https://jurnal.usahid.ac.id/teknologi_pangan/article/view/203/199.
- Shashego, Zeritu. 2019. Effects of Soaking Time and Temperature on the Nutritional Content and Sensory Quality of Soybean Flour and Milk. *Global Journal of Science Frontier Research* 19 (D3): 25-28. <https://journalofscience.org/index.php/GJSFR/article/view/2530>.
- Sparvoli, Francesca, Monica Laureati, Roberto Pilu, Ella Pagliarini, Ivan Toschi, Gianluca Giuberti, Paola Fortunati, Maria G. Daminati, Eleonora Cominelli, and Roberto Bollini. 2016. Exploitation of Common Bean Flours with Low Antinutrient Content for Making Nutritionally Enhanced Biscuits. *Front. Plant Sci.* 7 (928). <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.00928>.
- Stephany, Michael, Philipp Eckert, Stephanie Bader-Mittermaier, Ute Schweiggert-Weisz, and Reinhold Carle. 2016. Lipxygenase Inactivation Kinetics and Quality-Related Enzyme Activities of Narrow-Leafed Lupin Seeds and Flakes. *LWT - Food Science and Technology* 68:36-43. <http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2015.11.052>.
- Sudarmadji, Slamet, Bambang Haryono, dan

- Suhardi. 2010. *Analisa untuk Bahan Makanan dan Minuman*. N.p.: Liberty. Yogyakarta.
- Thakur, S., M. G. Scanlon, R. Tayler, A. Milani, and J. Paliwal. 2019. Pulse Flour Characteristics from a Wheat Flour Miller's Perspective: A Comprehensive Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 18 (3): 775-797.
<https://doi.org/10.1111/1541-4337.12413>.
- Tiofanny, Valencia, and Wiwit Amrinola. 2025. Effect of Fermentation Modification Using Tempeh Starter on the Physical, Functional, and Pasting Properties of Sorghum Flour (*Sorghum Bicolor* L.). *IOP Conference Series. Earth and Environmental Science* 1485 (1): 1-12.
<https://dx.doi.org/10.1088/1755-1315/1485/1/012004>.
- Troszyńska, A., R. Amarowicz, G. Lamparski, A. Wolejszo, and N. Barylko-Pikielna. 2005. Investigation of Astringency of Extracts Obtained from Selected Tannins-Rich Legume Seeds. *Food Quality and Preference* 17 (2006): 31-35.
<https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2005.04.006>.
- Wodajo, Derese, and Shimelis A. Emire. 2022. Haricot Beans (*Phaseolus Vulgaris* L.) Flour: Effect of Varieties and Processing Methods to Favor the Utilization of Underconsumed Common Beans. *International Journal of Food Properties* 25 (1): 1186-1202.
<https://doi.org/10.1080/10942912.2022.2074029>.
- Ziena, H. M. 2007. Effect of Soaking Medium on Organoleptic Properties, Chemical Composition and Some Antinutritional Factors of Parched Chickpea (*Cicer Arietinum* L.). *J. Agric. Sci. Mansoura Univ* 32 (2): 1217-1227.
<https://doi.org/10.21608/jfds.2007.198701>.