



Karakteristik Fisik dan Sensori *Rice Crackers* Berbahan Dasar Beras Inpago Protani dengan Variasi Tepung MOCAF dan Lama Pengukusan

Physical and Sensory Characteristics of Rice Crackers Made from Inpago Protani Rice with Variations in MOCAF Flour Content and Steaming Time

Mustaufik ¹, Laksmi Putri Ayuningtyas ^{*,1}, Gustia Suci Cahyani ¹

¹ Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto, Indonesia

*Penulis Korespondensi

Email: laksmi.putri@unsoed.ac.id



Abstrak. Beras merupakan sumber pangan utama masyarakat Indonesia, namun kandungan proteinnya relatif rendah sehingga diperlukan pengembangan produk olahan yang memiliki nilai gizi lebih baik. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah pemanfaatan beras varietas Inpago Protani yang memiliki kandungan protein lebih tinggi melalui pengolahan menjadi rice crackers. Namun, hingga saat ini penelitian mengenai pengaruh penambahan modified cassava flour (mocaf) dan variasi lama pengukusan terhadap karakteristik fisikokimia dan sensori rice crackers berbasis beras Inpago Protani masih terbatas. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan mocaf dan lama pengukusan terhadap karakteristik fisikokimia dan sensori rice crackers berbasis beras Inpago Protani. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan dua faktor, yaitu penambahan mocaf (15%, 30%, dan 45%) dan lama pengukusan (30, 60, dan 90 menit). Parameter yang diamati meliputi karakteristik fisik (daya kembang dan daya patah), karakteristik kimia (analisis proksimat), dan karakteristik sensori (warna, tekstur, rasa, dan tingkat kesukaan). Data dianalisis menggunakan ANOVA dan uji lanjut DMRT pada taraf kepercayaan 95%, sedangkan data sensori dianalisis menggunakan uji Friedman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa lama pengukusan berpengaruh nyata terhadap daya kembang, sedangkan penambahan mocaf dan lama pengukusan tidak berpengaruh nyata terhadap daya patah. Penelitian ini memberikan informasi ilmiah untuk mendukung pengembangan diversifikasi produk olahan beras berbasis bahan lokal.

Kata kunci: Inpago Protani, kerupuk beras, mocaf, pengukusan.

Abstract. Rice is the main staple food for the people of Indonesia, yet since the protein content of rice is generally relatively low, there is a need to develop processed products that have an improved nutritional value. A possible solution is the use of Inpago Protani rice, a variety that has a higher protein content and which can be processed into rice crackers. However, research examining the effect of modified cassava flour (MOCAF) addition and steaming time variation on the physicochemical and sensory characteristics of rice crackers made from Inpago Protani rice are still limited. For this reason, this study aimed to assessing the effect of MOCAF addition and steaming time on the physicochemical and sensory characteristics of rice crackers made from Inpago Protani rice. The experiment employed a Randomized Block Design (RBD) with two factors: mocaf addition (15%, 30%, and 45%) and steaming time (30, 60, and 90 minutes). The observed parameters included physical characteristics (expansion ratio and fracture force),

chemical characteristics (proximate analysis), and sensory attributes (color, texture, taste, and overall liking). Data were analyzed using ANOVA followed by Duncan's Multiple Range Test (DMRT) at a 95% confidence level, while sensory data were analyzed using the Friedman test. The results indicated that steaming time significantly affected the expansion ratio, while MOCAF addition and steaming time had no significant effect on fracture force. These findings provide scientific information that can support the diversification and development of rice-based products using local food resources.

Keywords: *Inpago Protani, mocaf, rice crackers, steaming.*

1. Pendahuluan

Beras adalah salah satu jenis makanan pokok yang paling banyak dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia. Tingkat konsumsi beras per kapita per tahun mencapai 138 kg (Mahdi & Rianzani, 2025). Sama seperti jenis sereal lain, beras didominasi oleh pati sekitar 80–85%, selain itu beras juga mengandung nutrisi lain seperti protein, vitamin, mineral, air, dan karbohidrat (Farooq & Yu, 2025). Kandungan protein pada setiap 100 gram beras pada umumnya hanya sekitar 7% (Abdelsalam *et al.*, 2025). Kebutuhan protein yang tidak terpenuhi dapat menyebabkan kekurangan gizi. Protein berperan penting dalam mendukung pertumbuhan anak serta menjaga sistem kekebalan tubuh (Tang *et al.*, 2025). Oleh karena itu, berbagai upaya dilakukan untuk meningkatkan asupan protein masyarakat, salah satunya melalui pengembangan varietas padi dengan kandungan protein lebih tinggi dibandingkan beras pada umumnya. Saat ini telah dikembangkan varietas padi yang menghasilkan beras dengan kandungan protein lebih tinggi dibanding beras biasa. Salah satu varietas padi tinggi protein adalah varietas Inpago Protani yang dikembangkan oleh Universitas Jenderal Soedirman (Inpago Unsoed Protani). Beras varietas ini memiliki kandungan protein yang tinggi, yaitu sekitar 9–13%, serta mineral zinc sebesar 27 ppm (Riyanto *et al.*, 2022). Selain itu, tekstur nasi yang berasal dari beras varietas ini juga lebih pulen dibanding nasi biasa (Riyanto *et al.*, 2025).

Selama ini, beras sebagai salah satu bahan pangan pokok utama di Indonesia umumnya diolah menjadi berbagai produk tradisional dengan tingkat diversifikasi yang relatif terbatas. Pemanfaatan beras masih didominasi dalam bentuk nasi sebagai makanan utama, serta beberapa olahan sederhana seperti bubur, lontong, ketupat, dan tepung beras yang selanjutnya diolah menjadi kue-kue tradisional. Meskipun produk-produk tersebut memiliki nilai budaya dan konsumsi yang tinggi, pengembangan inovasi berbasis beras menjadi produk pangan modern dengan nilai tambah ekonomi yang lebih tinggi masih belum optimal. Beras dapat diolah menjadi produk makanan yang lebih modern dan memiliki nilai jual yang lebih tinggi. Salah satu produk olahan beras adalah *rice crackers*. *Rice crackers* merupakan produk makanan kering yang dibuat dari beras yang telah diolah menjadi nasi maupun tepung, kemudian diolah lagi dengan penambahan garam serta bahan tambahan makanan yang diizinkan, baik dalam bentuk mentah

maupun sudah digoreng (Nakamura *et al.*, 2012). Produk ini memiliki potensi sebagai pangan selingan yang dapat diterima oleh berbagai kelompok usia, mulai dari anak-anak, remaja, hingga dewasa, yang didukung oleh karakteristik teksturnya yang renyah dan krispi. Pembuatan *rice crackers* memerlukan penambahan bahan pengikat untuk membentuk struktur adonan yang kompak, meningkatkan kohesivitas antartikel, serta menghasilkan tekstur akhir yang renyah dan tidak mudah rapuh. Bahan pengikat yang umum digunakan dalam bentuk tepung antara lain tepung tapioka, tepung terigu, tepung jagung, dan tepung beras, yang masing-masing memiliki karakteristik fungsional berbeda dalam pembentukan tekstur dan struktur produk. Salah satu jenis tepung yang dapat dimanfaatkan adalah mocaf (*Modified Cassava Flour*), yang memiliki sifat fungsional mendekati tepung terigu serta berpotensi meningkatkan karakteristik tekstur dan penerimaan sensori *rice crackers* (Cankal *et al.*, 2025; Hapsari *et al.*, 2024). Tepung mocaf umumnya digunakan sebagai bahan pengganti terigu dengan karakteristik pati yang terdiri dari amilopektin sekitar 81% dan amilosa sekitar 19% (Mushthofa *et al.*, 2023). Tepung mocaf mempunyai daya ikat yang tinggi dan dapat membentuk struktur yang kuat sehingga dapat dimanfaatkan sebagai pengental dalam pembuatan *rice crackers* (Rahman & Dwiani, 2021). Substitusi sebagian bahan baku beras dengan tepung mocaf pada produk *rice crackers* menjadi penting untuk dikaji, baik dari aspek fungsional maupun dalam rangka pengembangan produk pangan berbasis sumber daya lokal. Sejumlah penelitian terdahulu melaporkan bahwa penambahan tepung singkong termodifikasi dalam produk pangan berbasis pati dapat meningkatkan karakteristik fisik seperti daya kembang, porositas, dan tekstur renyah, serta memberikan pengaruh terhadap sifat kimia, termasuk kadar air dan komposisi pati. Studi lain juga menunjukkan bahwa variasi proses pengolahan, seperti lama pengukusan, berperan penting dalam gelatinisasi pati yang selanjutnya memengaruhi struktur dan mutu sensori produk akhir (Asmoro, 2021; Diniyah *et al.*, 2023; Silviwanda *et al.*, 2023).

Selain bahan baku, proses pengolahan juga dapat menentukan kualitas produk yang dihasilkan. Salah satu proses pengolahan yang dapat memengaruhi kualitas produk akhir *rice crackers* adalah pengukusan. Pengukusan menyebabkan sejumlah air masuk ke dalam granula pati dari adonan *rice crackers* dan menyebabkan terjadinya pembengkakan pati. Apabila pengukusan dilakukan lebih lama, maka dapat menyebabkan pecahnya granula pati serta keluarnya molekul-molekul amilosa yang kemudian membentuk ikatan sehingga meningkatkan viskositas gel pati (Manik & Pakpahan, 2022). Menurut Zulisyanto *et al.* (2016), lama pengukusan pada adonan *rice crackers* nantinya akan memengaruhi daya kembang *rice crackers*, di mana semakin lama proses pengukusan adonan maka dapat meningkatkan daya kembang *rice crackers*. Meskipun sejumlah penelitian telah mengkaji penggunaan tepung mocaf dalam produk berbasis pati serta pengaruh

lama pengolahan terhadap karakteristik produk, kajian tersebut umumnya masih dilakukan secara terpisah dan belum secara spesifik mengintegrasikan faktor bahan baku dan proses secara simultan. Hingga saat ini, belum terdapat penelitian yang mengkaji kombinasi penggunaan beras Inpago Unsoed Protani yang dikenal memiliki kandungan protein relatif tinggi dengan penambahan tepung mocaf serta variasi lama pengukusan dalam pembuatan *rice crackers*, serta pengaruh interaksi faktor-faktor tersebut terhadap karakteristik fisik dan sensori produk. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi penambahan tepung mocaf dan lama pengukusan terhadap karakteristik fisik dan sensori *rice crackers* berbahan dasar beras Inpago Unsoed Protani.

2. Bahan dan Metode

2.1. Bahan dan Alat

Bahan baku pembuatan *rice crackers* meliputi beras varietas Inpago Unsoed Protani, tepung mocaf (Ladang Lima), tepung tapioka (cap Tani Gunung), STPP (*Sodium Tripolyphosphate*), garam (Refina), minyak goreng (Tropical), bawang putih bubuk (Desaku), merica bubuk (Desaku). Peralatan yang digunakan antara lain *rice cooker* (Miyako PSG-607, Indonesia), alat pemotong adonan kerupuk, wajan, kompor (Rinnai RB-712, Indonesia), loyang, *cabinet dryer*, jangka sorong, *texture analyzer* (TAXT-Plus, Stable Micro Systems, Surrey, UK), spektrofotometer UV-Vis (Shimadzu-UV-1800, Japan), timbangan, oven pengering (Memmert, Germany), dan desikator.

2.2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial dengan dua faktor, pertama variasi penambahan tepung mocaf berturut-turut 15% (A1), 30% (A2), 45%(A3). Faktor kedua yaitu lama pengukusan berturut-turut 30 menit (B1), 60 menit (B2), dan 90 menit (B3). Terdapat tiga ulangan pada setiap perlakuan.

2.2.1. Pembuatan *rice crackers*

Pembuatan *rice crackers* mengacu pada penelitian (Hapsari *et al.*, 2024) dengan modifikasi. Beras Inpago Unsoed Protani yang telah dicuci kemudian ditambahkan air dengan perbandingan 1:1 (b/v), selanjutnya dimasak menggunakan *rice cooker* hingga matang dan didinginkan pada suhu ruang. Nasi yang telah dingin kemudian dihaluskan menggunakan ulekan hingga diperoleh tekstur yang lebih homogen dan lembut. Nasi yang sudah dihaluskan dicampurkan dengan tepung mocaf dan bahan tambahan lain seperti yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Adonan kemudian diuleni dengan disertai penambahan air sedikit demi sedikit sebanyak 35 ml hingga homogen. Adonan digulung membentuk gelondongan silinder dengan diameter ± 4 cm. Pengukusan adonan dilakukan pada suhu 70°C dengan lama waktu sesuai perlakuan (30, 60, dan

90 menit). Adonan *rice crackers* yang telah dikukus kemudian didinginkan selama 9 jam menggunakan refrigerator bersuhu 2°C lalu diiris dengan ketebalan ± 2 mm menggunakan alat pemotong adonan kerupuk. Irisan adonan kerupuk lalu dikeringkan menggunakan *cabinet dryer* suhu 70°C selama 5 jam, dan dilakukan penggorengan pada suhu 170°C selama 30 detik.

Tabel 1. Formulasi *rice crackers* dengan variasi proporsi nasi halus dan tepung mocaf.

Perlakuan	Nasi halus (%)	Tepung mocaf (%)	Tepung tapioka (%)	STPP (%)	Bawang putih bubuk (%)	Garam (%)	Merica bubuk (%)
P1	85	15	10	0,3	3	2	1
P2	70	30	10	0,3	3	2	1
P3	55	45	10	0,3	3	2	1

2.2.2 Analisis yang dilakukan

Analisis yang dilakukan pada *rice crackers* meliputi analisis karakteristik fisik berupa daya kembang menggunakan jangka sorong untuk mengukur perubahan diameter antara *rice crackers* mentah dan yang sudah matang (Zulfahmi *et al.*, 2021). Selain itu dilakukan pula analisis daya patah menggunakan *Texture Analyzer* untuk menghitung besarnya dibutuhkan untuk gaya yang mematahkan *rice crackers* dengan satuan N/s (Kristanti *et al.*, 2020). Analisis karakteristik sensori (warna, rasa, tekstur, dan tingkat kesukaan) menggunakan panelis semi terlatih sebanyak 20 orang dan menggunakan uji *skoring* (Valdez *et al.*, 2025).

2.2.3. Analisis Data

Data hasil pengujian karakteristik fisik *rice crackers* diuji secara statistik menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) dan uji lanjut DMRT pada taraf kepercayaan 95%, sedangkan analisis data uji organoleptik menggunakan uji non parametrik berupa uji Friedman.

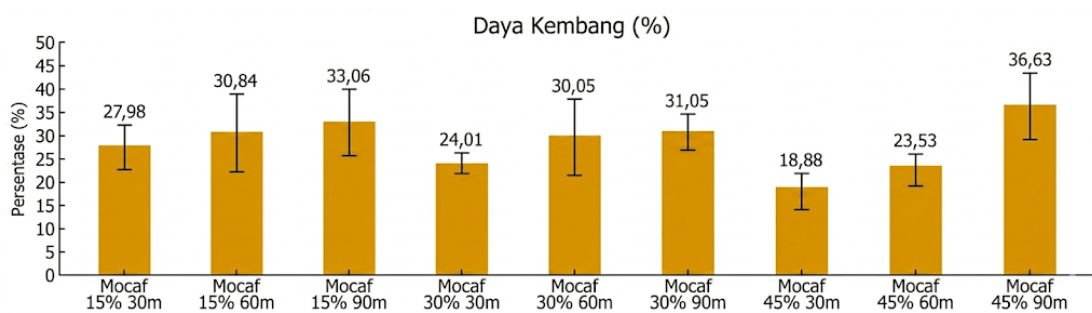
3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Karakteristik Fisik

3.1.1. Daya Kembang

Hasil analisis ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa variasi konsentrasi tepung mocaf (Faktor A) serta interaksi antara penambahan mocaf dan lama pengukusan (Faktor AB) tidak memberikan pengaruh nyata ($p > 0,05$) terhadap daya kembang *rice crackers*. Pengaruh nyata ($P < 0,05$) secara mandiri hanya ditunjukkan oleh faktor lama pengukusan (Faktor B) (Tabel 2). Oleh karena itu, meskipun secara visual pada Gambar 1 terdapat perbedaan yang cukup kontras, seperti pada perlakuan A3B1 (18,88%) dan A3B3 (36,63%), secara statistik kombinasi perlakuan tersebut tidak berbeda nyata. Fenomena ini disebabkan oleh tingginya variansi atau sebaran data di dalam ulangan masing-masing perlakuan, sehingga tumpang tindih (*overlapping*) data mengaburkan efek interaksi kedua faktor. Tidak adanya pengaruh nyata dari substitusi tepung mocaf (hingga tingkat 45%) terhadap daya kembang mengindikasikan bahwa karakteristik pati dari beras Inpago Protani

masih menjadi komponen matriks utama yang mengendalikan struktur adonan. Hal ini sesuai dengan Berk *et al.* (2024) yang menyatakan bahwa karakteristik dan perilaku gelatinisasi pati dan interaksinya dengan komponen adonan lainnya sangat menentukan sifat rheologi dan struktural dari adonan *crackers*. Beras Inpago Protani memiliki kandungan amilosa dan amilopektin yang tampaknya cukup stabil dalam membentuk jaringan tiga dimensi adonan. Proses gelatinisasi dan pemasta pati melibatkan urutan peristiwa tertentu, salah satunya adalah pembentukan jaringan pati tiga dimensi dari amilosa yang keluar (*leached amylose*) (Ironi *et al.*, 2022). Substitusi dengan tepung mocaf yang juga kaya akan amilopektin, mampu mempertahankan kemampuan retensi gas adonan secara konsisten, sehingga kapasitas ekspansi volume produk saat proses penggorengan/pemanggangan tidak berubah secara drastis antar level konsentrasi mocaf.



Keterangan: Notasi tidak dicantumkan karena interaksi tidak berpengaruh nyata berdasarkan ANOVA ($P > 0,05$).

Gambar 1. Daya kembang *rice crackers* dari seluruh perlakuan.

Tabel 2. Daya kembang *rice crackers* berdasarkan pelakuan lama pengukusan.

Lama Pengukusan	Daya Kembang (%)
30 menit	23,62 ^a
60 menit	28,14 ^b
90 menit	33,99 ^b

Keterangan: Angka yang diikuti superskrip yang berbeda menunjukkan ada perbedaan nyata ($\alpha = 5\%$).

Di sisi lain, fenomena peningkatan daya kembang yang linear dipengaruhi secara dominan oleh durasi pengukusan. Berdasarkan uji lanjut Faktor B mandiri (Tabel 2), peningkatan lama pengukusan dari 30 menit (23,62%) ke 90 menit (33,99%) meningkatkan daya kembang secara signifikan. Secara fisikokimia, proses pengukusan yang lebih lama memberikan energi termal dan hidrasi yang cukup bagi granula pati (baik dari beras maupun mocaf) untuk mengalami gelatinisasi secara sempurna. Pati yang tergelatinisasi penuh akan mengalami pembengkakan granula yang maksimal dan membentuk gel amilosa-amilopektin yang lebih elastis serta kuat (Lin *et al.*, 2020). Matriks gel yang elastis ini berfungsi optimal dalam memerangkap uap air di dalam adonan. Saat proses penggorengan berlangsung, uap air tersebut dapat mengalami ekspansi termal yang cepat dan mendesak dinding sel pati (Dangal *et al.*, 2024). Karena dinding sel pati telah tergelatinisasi dengan matang, jaringan adonan mampu meregang dan mengembang secara maksimal tanpa mengalami pecah prematur (*rupture*) (Kapita *et al.*, 2026), menghasilkan struktur *rice crackers* dengan volume pengembangan yang lebih besar dan berpori seragam.

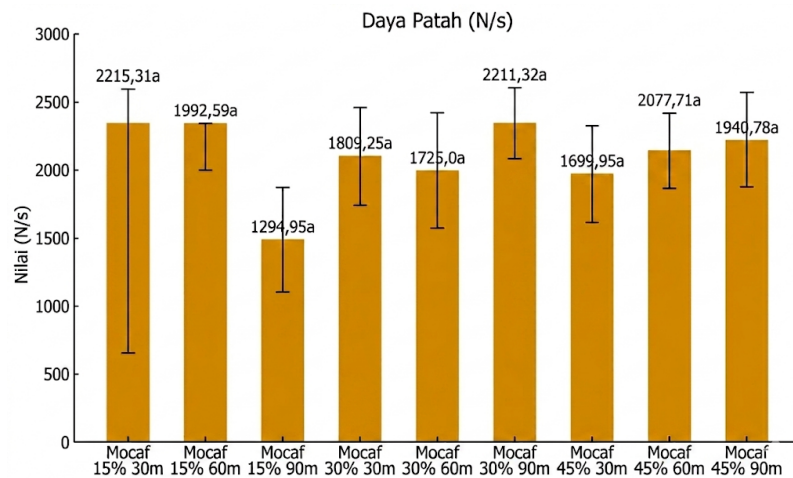
3.1.2 Daya Patah

Berdasarkan hasil analisis ragam (ANOVA), variasi penambahan tepung mocaf (Faktor A), lama pengukusan (Faktor B), serta interaksi antara kedua faktor tersebut (Faktor AB) tidak menunjukkan pengaruh yang nyata ($p > 0,05$) terhadap daya patah produk yang dihasilkan. Berdasarkan hasil pengamatan, nilai rerata daya patah menunjukkan tren fluktuasi yang lebar, salah satunya ditunjukkan oleh penurunan pada perlakuan A1B1 ke A1B3 (2215,31 N/s menjadi 1294,95 N/s). Namun, tingginya variabilitas internal sampel menghasilkan nilai simpangan baku yang besar, sehingga perbedaan tersebut tidak signifikan secara statistik.

Secara fisikokimia, tidak adanya pengaruh nyata dari substitusi tepung mocaf hingga taraf 45% dan durasi pengukusan hingga 90 menit mengindikasikan bahwa kekuatan mekanis mikrostruktur *rice crackers* pasca penggorengan masih didominasi oleh karakteristik asli pati beras Inpago Protani. Fraksi amilosa dan amilopektin membentuk jaringan matriks gel yang berkontribusi terhadap kekuatan struktur produk (Tian *et al.*, 2023). Dengan demikian, reduksi proporsi protein adonan akibat substitusi mocaf tidak mengganggu pembentukan matriks protein-pati ataupun mengubah karakteristik kerenyahan dan kekerasan mekanis produk akhir secara signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa karakteristik bahan baku yang digunakan serta metode pengolahan menghasilkan struktur *rice crackers* yang relatif seragam. Dengan demikian, variasi perlakuan belum mampu menghasilkan perbedaan tekstur yang signifikan, khususnya. Struktur rapuh (*crispness*) yang terbentuk pada produk *rice crackers* berbasis beras Inpago Protani dengan substitusi mocaf ini dinilai memiliki ketahanan mekanis yang relatif seragam di seluruh level perlakuan secara statistik.

Daya patah didefinisikan sebagai beban atau gaya maksimal yang diberikan pada suatu sampel untuk menentukan besarnya kekuatan yang diperlakukan agar produk mengalami patahan atau pecah (Heryanti *et al.*, 2024). Daya patah berhubungan erat dengan parameter kerenyahan atau kemudahan untuk digigit (Febriani *et al.*, 2013). Daya patah *rice crackers* pada penelitian ini berada pada rentang antara 1294,95 hingga 2215,31 N/s (Gambar 2), sementara penelitian Nurhanan *et al.* (2021) melaporkan nilai *hardness crackers* bayam 4500 hingga 5461 N, *rice crackers* dengan tambahan bubuk jangkrik sebesar 16,5-33,8 N, (Suga *et al.*, 2023) serta rice cracker pada varietas tertentu yang dapat mencapai 6436 hingga 16,070 gw/cm² (Nakamura *et al.*, 2012). Perbedaan ini terjadi karena adanya variasi bahan baku, komposisi kimia, dan metode pengukuran yang digunakan. Bubuk bayam yang ditambahkan pada crackers membuat terjadi peningkatan pada kandungan serat, sehingga menurunkan pengikatan karbohidrat yang berdampak pada peningkatan kekerasan produk. Kadar amilosa yang tinggi pada varietas beras tertentu juga menyebabkan penurunan daya kembang sehingga tekstur yang dihasilkan lebih keras. Sebaliknya,

pada padi amilosa rendah, *rice crackers* akan mengembang lebih baik dan menghasilkan tekstur yang lebih lunak.



Keterangan: Notasi tidak dicantumkan karena interaksi tidak berpengaruh nyata berdasarkan ANOVA ($P > 0,05$).

Gambar 2. Daya patah *rice crackers* dari seluruh perlakuan.

3.2. Karakteristik Sensori

Hasil pengujian sensori *rice crackers* berbasis beras Inpago Protani dengan variasi penambahan tepung mocaf dan lama pengukusan menunjukkan adanya perbedaan tingkat penerimaan panelis terhadap beberapa atribut yang diamati, meliputi warna, tekstur, rasa, dan tingkat kesukaan secara keseluruhan. Penilaian sensori dilakukan untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap mutu organoleptik produk yang berkaitan langsung dengan preferensi konsumen. Berdasarkan hasil uji lanjut DMRT pada taraf signifikansi 5%, beberapa perlakuan menunjukkan perbedaan nyata pada masing-masing parameter sensori. Variasi komposisi tepung mocaf dan lama pengukusan diduga memengaruhi karakteristik fisik dan cita rasa *rice crackers*, sehingga menghasilkan tingkat penerimaan panelis yang berbeda-beda. Hasil skor rata-rata pengujian karakteristik sensori *rice crackers* dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Skor pengujian karakteristik sensori *rice crackers*.

Perlakuan	Warna	Tekstur	Rasa	Tingkat Kesukaan
A1B1	4,35±0,75 ^f	3,20±1,10 ^{ab}	3,65±0,67 ^{bc}	3,45±0,76 ^{bcd}
A1B2	4,25±0,72 ^f	3,60±0,88 ^{bc}	3,55±1,00 ^{bc}	3,55±0,89 ^{bcd}
A1B3	3,80±0,70 ^e	4,00±0,79 ^{cd}	3,80±0,83 ^c	3,95±0,69 ^d
A2B1	2,70±0,73 ^c	3,05±1,23 ^d	2,70±0,98 ^a	2,40±0,94 ^a
A2B2	1,95±0,69 ^b	4,00±0,86 ^{cd}	3,20±1,06 ^{ab}	3,00±1,21 ^b
A2B3	1,55±0,60 ^a	4,30±0,73 ^d	3,50±0,69 ^{bc}	3,65±0,99 ^{cd}
A3B1	3,25±0,64 ^d	2,75±1,29 ^a	3,50±1,19 ^{bc}	3,25±1,21 ^{bc}
A3B2	3,25±0,64 ^d	3,90±0,85 ^{cd}	4,05±0,69 ^c	4,00±0,79 ^d
A3B3	2,65±0,67 ^c	3,50±0,69 ^{bc}	3,55±0,76 ^{bc}	3,45±0,60 ^{bcd}

Keterangan: Nilai rata-rata yang diikuti oleh huruf superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata berdasarkan uji lanjut DMRT pada taraf signifikansi 5% ($P < 0,05$).

3.2.1. Warna

Hasil skor rata-rata warna *rice crackers* berkisar antara 1,55 (coklat tua) hingga 4,35 (putih kekuningan). Warna *rice crackers* dengan skor tertinggi terdapat pada perlakuan A1B1 yang

menghasilkan skor 4,35 yaitu berwarna putih kekuningan, sedangkan warna *rice crackers* yang paling rendah terdapat pada perlakuan A2B3 yang menghasilkan skor 1,55 yaitu berwarna coklat tua. Berdasarkan hasil pengamatan dapat dilihat bahwa semakin lama waktu pengukusan (ditandai dengan kode B1, B2, dan B3), warna *rice crackers* yang dihasilkan setelah penggorengan cenderung semakin gelap. Perubahan warna tersebut diduga dipengaruhi oleh kombinasi substitusi tepung mocaf dan proses pemanasan selama pengukusan serta penggorengan.

Tepung mocaf memiliki kandungan karbohidrat yang cukup tinggi, terutama pati yang selama proses pemanasan dapat mengalami hidrolisis parsial sehingga meningkatkan jumlah gula pereduksi (Ulya *et al.*, 2023). Semakin lama pengukusan, maka gelatinisasi pati berlangsung lebih intensif dan memperbesar kemungkinan terbentuknya senyawa gula sederhana yang kemudian bereaksi dengan gugus amino dari protein selama proses penggorengan. Reaksi tersebut dikenal sebagai reaksi Maillard, yaitu reaksi pencoklatan non-enzimatis yang menghasilkan pigmen melanoidin berwarna coklat (Qi *et al.*, 2025). Dengan demikian, semakin tinggi proporsi tepung mocaf dan semakin lama waktu pengukusan, kecenderungan warna *rice crackers* menjadi lebih coklat semakin meningkat akibat intensitas reaksi Maillard yang lebih besar (Sailendra *et al.*, 2024). Suhu pengeringan yang lebih tinggi dan konsentrasi kacang makadamia yang lebih banyak pada pembuatan *Japanese Rice Cracker (JRC)*, memicu reaksi Maillard dan karamelisasi yang menghasilkan warna cokelat yang lebih pekat dan disukai (Phaphothirat *et al.*, 2025).

3.2.2. Tekstur

Hasil skor rata-rata tekstur *rice crackers* didapatkan skor berkisar antara 2,75 (agak renyah) hingga 4,3 (renyah). Berdasarkan hasil uji lanjut DMRT pada taraf signifikansi 5%, variasi penambahan tepung mocaf dan lama pengukusan memberikan pengaruh nyata terhadap tekstur *rice crackers*. Skor tekstur tertinggi diperoleh pada perlakuan A2B3 sebesar 4,30 dengan karakteristik renyah, sedangkan skor terendah terdapat pada perlakuan A3B1 sebesar 2,75 dengan karakteristik agak renyah. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kombinasi substitusi tepung mocaf dan lama pengukusan tertentu mampu menghasilkan tekstur *rice crackers* yang lebih disukai panelis.

Perbedaan tekstur *rice crackers* diduga dipengaruhi oleh perubahan struktur pati selama proses pengukusan dan penggorengan. Tepung mocaf memiliki kandungan pati yang cukup tinggi, terutama amilopektin, yang berperan dalam proses gelatinisasi. Semakin lama waktu pengukusan, granula pati semakin banyak menyerap air dan mengalami gelatinisasi sehingga membentuk matriks gel pati yang lebih homogen (Ningrum & Saidi, 2023). Pada saat penggorengan, air yang terperangkap dalam matriks gel akan menguap akibat suhu tinggi dan membentuk rongga-rongga udara pada produk. Pembentukan rongga tersebut menyebabkan struktur *rice crackers* menjadi

lebih mengembang dan renyah (Cankal *et al.*, 2025). Namun, apabila proporsi tepung mocaf terlalu tinggi tanpa didukung gelatinisasi yang optimal, tekstur yang dihasilkan cenderung kurang renyah karena struktur produk menjadi lebih padat dan kurang mampu membentuk rongga udara secara maksimal.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Rosiani *et al.* (2015) yang menyatakan bahwa kandungan amilopektin yang tinggi dapat meningkatkan proses gelatinisasi pati dan mendukung terbentuknya tekstur renyah pada produk berbasis pati setelah proses penggorengan (Nuranisa *et al.*, 2021). Selain itu, penelitian lain juga melaporkan bahwa lama pemanasan dan komposisi tepung berpengaruh terhadap tingkat pengembangan serta kerenyahan produk ekstrudat atau crackers berbasis pati, karena keduanya memengaruhi kemampuan pati dalam membentuk struktur berpori selama proses pengolahan (Haryanti *et al.*, 2014; Medho *et al.*, 2025).

3.2.3. Rasa

Hasil skor rata-rata rasa *rice crackers* didapatkan skor berkisar antara 2,7 (agak enak) hingga 4,05 (enak). Berdasarkan hasil uji lanjut DMRT pada taraf signifikansi 5%, variasi penambahan tepung mocaf dan lama pengukusan memberikan pengaruh nyata terhadap rasa *rice crackers*. Skor rasa tertinggi diperoleh pada perlakuan A3B2 sebesar 4,05 dengan kategori enak, sedangkan skor terendah terdapat pada perlakuan A2B1 sebesar 2,70 dengan kategori agak enak. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kombinasi substitusi tepung mocaf dan lama pengukusan tertentu mampu menghasilkan cita rasa *rice crackers* yang lebih diterima oleh panelis.

Perbedaan rasa *rice crackers* diduga dipengaruhi oleh karakteristik tepung mocaf serta proses pengukusan yang memengaruhi pembentukan cita rasa produk. Tepung mocaf memiliki rasa yang relatif netral sehingga dapat berpadu dengan bahan utama dan bumbu yang digunakan tanpa menimbulkan rasa yang terlalu dominan. Pada konsentrasi tertentu, penggunaan mocaf mampu menyeimbangkan rasa gurih dari nasi dan bumbu-bumbu seperti garam, lada, dan bawang putih sehingga menghasilkan rasa yang lebih harmonis dan disukai panelis (Heryanti *et al.*, 2024). Selain itu, lama pengukusan berpengaruh terhadap proses pematangan adonan secara merata. Pengukusan yang optimal dapat membantu distribusi bumbu lebih homogen dan meningkatkan penerimaan panelis terhadap rasa produk. Sebaliknya, pengukusan yang terlalu singkat dapat menyebabkan adonan kurang matang, sedangkan pengukusan yang terlalu lama berpotensi menurunkan cita rasa khas bahan akibat pemanasan yang berlebihan (Hendrikayanti *et al.*, 2022). Hasil penelitian ini sejalan dengan beberapa penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa substitusi tepung pada produk pangan berbasis pati dapat memengaruhi cita rasa produk akhir, terutama melalui interaksi antara karakteristik bahan baku dan proses pemanasan (Kim, 2020; Ladiba *et al.*, 2026). Penggunaan mocaf pada konsentrasi tertentu mampu meningkatkan

penerimaan panelis terhadap produk olahan karena memiliki flavor yang netral dan dapat mendukung pembentukan rasa gurih pada produk pangan (Mushthofa *et al.*, 2023).

3.2.4. Tingkat Kesukaan

Hasil skor rata-rata tingkat kesukaan *rice crackers* didapatkan skor berkisar antara 2,4 (tidak suka) hingga 3,65 (suka). Berdasarkan hasil uji lanjut DMRT pada taraf signifikansi 5%, variasi penambahan tepung mocaf dan lama pengukusan memberikan pengaruh nyata terhadap tingkat kesukaan panelis. *Rice crackers* yang paling banyak disukai terdapat pada perlakuan A3B2 yang menghasilkan skor 4 dengan kriteria suka, sedangkan *rice crackers* yang paling tidak disukai terdapat pada perlakuan A2B1 yang menghasilkan skor 2,4 dengan kriteria tidak suka. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kombinasi substitusi tepung mocaf dan lama pengukusan memengaruhi penerimaan panelis terhadap *rice crackers* secara keseluruhan.

Tingkat kesukaan panelis terhadap *rice crackers* diduga dipengaruhi oleh kombinasi beberapa atribut sensori, terutama warna, tekstur, dan rasa. *Rice crackers* dengan perlakuan penambahan mocaf 30% dengan lama pengukusan 30 menit (A2B1) merupakan *rice crackers* yang paling tidak disukai. Hal ini kemungkinan diakibatkan karena rasa dan tekstur *rice crackers* kombinasi perlakuan tersebut cenderung lebih rendah dibandingkan kombinasi perlakuan lain. Rasa dan tekstur *rice crackers* juga menjadi kemungkinan penyebab *rice crackers* dengan perlakuan penambahan tepung mocaf 45% dengan lama pengukusan 60 menit (A3B2) menjadi *rice crackers* yang paling disukai panelis. Penambahan tepung mocaf dalam jumlah tinggi memberikan kontribusi terhadap terbentuknya tekstur yang lebih renyah akibat kandungan pati, khususnya amilopektin, yang mendukung proses gelatinisasi dan pembentukan rongga udara saat penggorengan (Asmoro, 2021). Selain itu, tepung mocaf memiliki cita rasa yang relatif netral sehingga dapat berpadu dengan bumbu dan bahan utama tanpa menghasilkan rasa yang terlalu dominan.

Lama pengukusan 60 menit diduga menjadi kondisi optimal dalam proses pematangan adonan. Pada waktu tersebut, gelatinisasi pati berlangsung lebih sempurna sehingga struktur adonan menjadi homogen dan menghasilkan tekstur yang renyah setelah digoreng. Pengukusan yang cukup juga membantu distribusi bumbu lebih merata, sehingga rasa *rice crackers* menjadi lebih enak dan diterima panelis. Kondisi ini terlihat dari skor parameter rasa dan tekstur pada perlakuan A3B2 yang termasuk tinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa tingkat kesukaan panelis terhadap produk berbahan tepung mocaf seperti brownies kukus dan biskuit meningkat seiring dengan penambahan tepung mocaf (Arsyad, 2016; Dwipayanti *et al.*, 2022).

4. Kesimpulan

Substitusi tepung mocaf hingga taraf 45% tidak memberikan pengaruh nyata terhadap daya patah dan daya kembang *rice crackers*. Meskipun demikian, lama pengukusan menjadi faktor penentu dalam meningkatkan daya kembang secara signifikan melalui proses gelatinisasi yang membentuk matriks gel amilosa-amilopektin untuk memerangkap uap air selama proses penggorengan. Kombinasi penambahan mocaf dan lama pengukusan secara nyata memengaruhi preferensi panelis pada parameter warna, tekstur, rasa, dan tingkat kesukaan. Formulasi dengan substitusi mocaf 45% dan lama pengukusan 60 menit (A3B2) merupakan perlakuan terbaik yang menghasilkan *rice crackers* dengan tingkat kesukaan tertinggi dan tekstur yang baik menurut panelis. Hasil dari penelitian ini berpotensi untuk pengembangan olahan *rice crackers* berbasis pangan lokal dan bernilai tambah.

Singkatan yang Digunakan

ANOVA	Analysis of Variance
DMRT	Duncan's Multiple Range Test

Pernyataan Ketersediaan Data

Data akan tersedia berdasarkan permintaan.

Kontribusi Para Penulis

Mustaufik: Konseptualisasi, perolehan dana, penulisan - tinjauan dan penyuntingan.
Laksmi Putri Ayuningtyas: Metodologi, visualisasi, penulisan- tinjauan dan penyuntingan.
Gustia Suci Cahyani: Kurasi data, investigasi, analisis formal, penulisan-draf awal.

Pernyataan Konflik Kepentingan

Seluruh penulis menyatakan bahwa tidak ada konflik kepentingan dalam publikasi naskah ini.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kami ucapkan kepada LPPM Universitas Jenderal Soedirman yang telah mendanai penelitian ini melalui skim RISIN BLU 2024.

Daftar Pustaka

- Abdelsalam, K. M. H., Shaalan, A. M., Soud, G. M. A., Dalil, M. A. E. E., Marei, A. M., El-Moneim, D. A., ..., & Abdelghany, A. M. (2025). Comprehensive Quality Profiling and Multivariate Analysis of Rice (*Oryza sativa* L.) cultivars: Integrating Physical, Cooking, Nutritional, and Micronutrient Characteristics For Enhanced Varietal Selection. *BMC Plant Biology*, 25(492). <https://doi.org/10.1186/s12870-025-06438-5>
- Arsyad, M. (2016). Pengaruh Penambahan Tepung Mocaf terhadap Kualitas Produk Biskuit. *Jurnal Agropolitan*, 3(3). <https://www.neliti.com/publications/259208/pengaruh-penambahan-tepung-mocaf-terhadap-kualitas-produk-biskuit#cite>
- Asmoro, N. W. (2021). Karakteristik dan Sifat Tepung Singkong Termodifikasi (Mocaf) dan Manfaatnya pada Produk Pangan. *Journal of Food and Agricultural Product*, 1(1).

<https://doi.org/10.32585/jfap.v1i1.1755>

- Berk, B., Cankal, Y. S., Koroglu, E., Yorulmaz, H., Cavdaroglu, E., & Unluturk, S. (2024). The Effect of Starch Types on Extensional , Linear and Nonlinear Rheological Properties of Starch Cracker Dough. *International Journal of Biological Macromolecules*, 277(133848). <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2024.133848>
- Cankal, Y. S., Berk, B., Koroglu, E., Yorulmaz, H., Cavdaroglu, E., & Unluturk, S. (2025). Influence of Tapioca, Corn, and Potato Starches on Physical and Textural Characteristics of Puffed Starch Crackers. *Akademik Gıda*, 23(2), 80–90. <https://doi.org/10.24323/akademik-gida.1746576>
- Dangal, A., Tahergorabi, R., Acharya, D. R., Timsina, P., Rai, K., Dahal, S., ..., & Giuffrè, A. M. (2024). Review on Deep-Fat Fried Foods: Physical and Chemical Attributes, and Consequences of High Consumption. *European Food Research and Technology*, 250, 1537–1550. <https://doi.org/10.1007/s00217-024-04482-3>
- Diniyah, N., Iguchi, M., Nanto, M., Yoshino, T., & Subagio, A. (2023). Dynamic Rheological, Thermal, and Structural Properties of Starch from Modified Cassava Flour (MOCAF) with Two Cultivars of Cassava. *Industria: Jurnal Teknologi Dan Manajemen Agroindustri*, 12(1), 89–101. <https://doi.org/10.21776/ub.industria.2023.012.01.8>
- Dwipayanti, H., Agustini, N. P., & Antarini, A. A. N. (2022). Pengaruh rasio tepung mocaf dan tepung tempe terhadap karakteristik brownies kukus. *Jurnal Ilmu Gizi (Journal of Nutrition Science)*, 11(2), 96–104. <https://doi.org/10.33992/jig.v11i2.1185> <https://ejournal.poltekkes-denpasar.ac.id/index.php/JIG/article/view/1185>
- Farooq, M. A., & Yu, J. (2025). Starches in Rice : Effects of Rice Variety and Processing / Cooking Methods on Their Glycemic Index. *Foods*, 14(2), 1–30. <https://doi.org/10.3390/foods14122022>
- Febriani, V. D., Surjoseputro, S., & Suseno, T. I. P. (2013). Pengaruh perbedaan penambahan konsentrasi wortel terhadap sifat fisikokimia dan organoleptik kerupuk wortel. *Jurnal Teknologi Pangan Dan Gizi*, 12(1), 1–9. <https://doi.org/10.33508/jtpg.v12i1.1475> <http://neliti.com/id/publications/232281/pengaruh-perbedaan-penambahan-konsentrasi-wortel-terhadap-sifat-fisikokimia-dan>
- Hapsari, R., Supriyanto, S., & Triwitono, P. (2024). Physical, Chemical, and Acceptability Characteristics of Karak Crackers with The Addition of Rice Flour and Tapioca Flour and Differences in Cooking Method. *Pro Food (Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pangan)*, 10(2), 96–105. <https://doi.org/10.29303/profood.v10i2.364>
- Haryanti, P., Setyawati, R., & Wicaksono, R. (2014). Pengaruh suhu dan lama pemanasan suspensi pati serta konsentrasi butanol terhadap karakteristik fisikokimia pati tinggi amilosa dari tapioka. *Agritech*, 34(3), 308–315. <https://doi.org/10.22146/agritech.9459> https://www.researchgate.net/publication/311001676_PENGARUH_SUHU_DAN_LAMA_PEMANASAN_SUSPENSI_PATI_SERTA_KONSENTRASI_BUTANOL_TERHADAP_P_KARAKTERISTIK_FISIKOKIMIA_PATI_TINGGI_AMILOSA_DARI_TAPIOKA
- Hendrikayanti, R. H., Fahmi, A. S., & Kurniasih, R. A. (2022). Optimasi Waktu Pengukusan dan Suhu Penggorengan Kerupuk Ikan Patin Menggunakan Response Surface Methodology. *Journal of Fisheries and Marine Research*, 6(1), 78–90. <https://doi.org/10.21776/ub.jfmr.2022.006.01.10>
- Heryanti, M., Prayoga, P. R., Yustita, S. A., Haq, H. A., Rahmi, Y., Restyani, I., & Istifiani, L. A. (2024). Evaluasi Fisikokimia dan Tingkat Kesukaan Chips Mocaf dan Kacang Merah Sebagai Makanan Selingan Untuk Penderita Anemia. *Jurnal SAGO Gizi Dan Kesehatan*, 5(3b), 938–948. <https://doi.org/10.30867/gikes.v5i3B.1810>
- Irondi, E. A., Adewuyi, A. E., & Aroyehun, T. M. (2022). E Effect of Endogenous Lipids and Proteins on the Antioxidant, in vitro Starch Digestibility, and Pasting Properties of Sorghum Flour. *Frontiers in Nutrition*, 8. <https://doi.org/10.3389/fnut.2021.809330>
- Kapita, P., Maherawati, M., & Hartanti, L. (2026). Pengaruh lama pengukusan terhadap kualitas

- fisik, kimia, dan sensori kerupuk sagu (*Metroxylon* sp.). *Jurnal Sains Pertanian Equator*, 15(2), 790–796. <https://doi.org/10.26418/jspe.v15i2.100638>
<https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jspp/article/view/100638>
- Kim, M. K. (2020). Sensory Profile of Rice-Based Snack (Nuroongji) Prepared from Rice with Different Levels of Milling Degree. *Foods*, 9(6). <https://doi.org/10.3390/foods9060685>
- Kristanti, D., Setiaboma, W., & Herminiati, A. (2020). Karakteristik Fisikokimia Dan Organoleptik Cookies Mocaf Dengan Penambahan Tepung Tempe. *Jurnal Biopropal Industri*, 11(1), 1–8. <https://www.neliti.com/id/publications/379401/karakteristik-fisikokimia-dan-organoleptik-cookies-mocaf-dengan-penambahan-tepun>
- Ladiba, K. E. S., Permatasari, N. D., & Witoyo, J. E. (2026). Evaluasi kadar protein , kadar air , dan penerimaan sensoris kerupuk dengan penambahan puree daun kelor. *Journal of Food and Agricultural Product*, 6(1), 65–74. <https://journal.univetbantara.ac.id/index.php/jfap/article/download/7892/3854/30972>
- Lin, C. L., Lin, J. H., Lin, J. J., & Chang, Y. H. (2020). Properties of High-Swelling Native Starch Treated by Heat-Moisture Treatment with Different Holding Times and Iterations. *Molecules (Basel, Switzerland)*, 25(23). <https://doi.org/10.3390/molecules25235528>
- Mahdi, N. N., & Rianzani, C. (2025). Disparitas Harga Beras Medium terhadap Harga Eceran Tertinggi (HET) dan Implikasinya terhadap Inflasi Pangan di Indonesia. *Agrifitia*, 5(2), 132–143. <https://doi.org/10.55180/aft.v5i2.2066>
- Manik, N. A., & Pakpahan, N. (2022). Pengaruh lama pengukusan adonan terhadap karakteristik fisik kerupuk lindur (*bruguiera gymnorhiza*). *Journal of Tropical Agrifood*, 4(2), 83–89. <http://dx.doi.org/10.35941/jtaf.4.2.2022.9336.83-89>
- Medho, M. S., Takalapeta, A. A. G. M., Muhammad, E. V., & Lewar, Y. (2025). Characterization of Coating Flour Based on Local Timor Corn Flour Modified with the Addition of Rice Flour, Tapioca Flour, and Glutinous Rice Flour. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, 14(5). <http://dx.doi.org/10.23960/jtepl.v14i5.1542-1552>
- Mushthofa, Z., Achadiyah, S., & Sunardi, S. (2023). Perbandingan Tepung Mocaf dan Tepung Tapioka dalam Pembuatan Siomai dengan Penambahan Tepung Jamur Tiram (*Pleurotus ostreatus*) sebagai Sumber Protein. *Agroforetech*, 1(2). <https://jurnal.instiperjogja.ac.id/index.php/JOM/article/view/651>
- Nakamura, S., Suzuki, D., Kitadume, R., & Ohtsubo, K. (2012). Quality Evaluation of Rice Crackers Based on Physicochemical Measurements. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 76(4), 794–804. <https://doi.org/10.1271/bbb.110931>
- Ningrum, W. E., & Saidi, I. A. (2023). Characteristics of Mocaf (*Modified Cassava Flour*) From Cassava (*Manihot utilissima*): Study of Tape Yeast Concentration and Fermentation Time. *Procedia of Engineering and Life Science*, 4. <https://doi.org/10.21070/pels.v4i0.1393>
- Nuranisa., Syakur, A., Amirudin, M., & Jusriadi, J. (2021). Lama Penyimpanan Kerupuk Jagung Pulut Terhadap Perubahan Mutu Kimia Fisik dan Organoleptik. *Agroland: Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*, 28(2), 124–132. <https://doi.org/10.22487/agrolandnasional.v28i2.613>
- Nurhanan, A. R., Xin, D. T. W., & Tham, L. (2021). Physicochemical Properties and sensory Evaluation of Green and Red Spinach Crackers. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 756. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/756/1/012079>
- Phaphothirat, K., Wangtan, C., Inchan, R., Ruangwut, C., Tiwong, W., & Wongpan, S. (2025). Development of Japanese Rice Cracker Mixed with Macadamia (*Macadamia integrifolia*) Nut Crumb. *Journal Science and Technology Mahasarakham University*, 45(2), 150–163. <https://li01.tci-thaijo.org/index.php/scimsujournal/article/view/265952/181989>
- Qi, Y., Wang, W., Yang, T., Ding, W., & Xu, B. (2025). Maillard Reaction in Flour Product Processing: Mechanism, Impact On Quality, and Mitigation Strategies Of Harmful Products. *Foods*, 14(15), 1–26. <https://doi.org/10.3390/foods14152721>
- Rahman, S., & Dwiani, A. (2021). Pengaruh Substitusi Tepung Tapioka dan Tepung Terigu serta Lama Waktu Pengukusan terhadap Mutu Kerupuk Sape. *Triton*, 12(1).

<https://doi.org/10.47687/jt.v12i1.156>

- Riyanto, A., Novia, R. A., Fatichin., & Suwanto. (2025). Unsoed Protani Inpago Rice Cultivation Field School at Ngudi Raharjo III Farmers Group, Lemberang Village. *Jati Emas (Jurnal Aplikasi Tenkik Dan Pengabdian Masyarakat)*, 9(1), 25–30. <https://pdis-jatim.or.id/index.php/jatiemas/article/view/182>
- Riyanto, A., Susanti, D., & Haryanto, T. A. (2022). Respons Komponen Hasil dan Hasil Varietas Padi Berprotein Tinggi Terhadap Pemberian Dosis Pupuk Nitrogen. *Jurnal Kultivasi*, 21(3), 286–292. <http://dx.doi.org/10.24198/kultivasi.v21i3.38700>
- Rosiani, N., Basito, & Widiowati, E. (2015). Kajian karakteristik sensoris fisik dan kimia kerupuk gendar fortifikasi daging lidah buaya (Aloe vera) dengan metode pemanggangan menggunakan microwave. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 8(2), 84–98. <https://doi.org/10.20961/jthp.v0i0.12896>
- Sailendra, N. V., Aji, A. S., Saloko, S., Aprilia, V., Djidin, R. T., Rahmawati, S., ..., & Khorunnisah, F. M. (2024). The Effect of Rice Cooking Techniques on the Sensory Evaluation Test and Fluffiness Levels of Analog Rice Made from Sorghum , Mocaf, Glucomannan, and Moringa Flour. *Amerta Nutrition*, 8(3), 356–362. <https://doi.org/10.20473/amnt.v8i3.2024.356-362>
- Silviwanda, S., Naenum, N. T., Putri, N. U., Mayangsari, R., & Fadilla, R. T. (2023). Perbandingan sifat fisiokimia pati tepung beras, singkong & pisang termodifikasi dengan ragi (*saccharomyces cerevisiae*). *Edufortech*, 8(1), 43–52. <https://doi.org/10.17509/edufortech.v8i1.49063>
- Suga, N., Tsumura, E., Naito, Y., Hamaguchi, I., Matsuda, S., Kawabata, K., & Sakamoto, K. (2023). Thermal Stability of Cricket Powder and Its Effects on Antioxidant Activity, Physical, and Sensory Properties of Rice Crackers. *LWT- Food Science and Technology*, 18(115267). <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2023.115267>
- Tang, M., Wang, Y., Yang, F., Xiang, Y., & Wu, J. (2025). Etiological Patterns of Protein-Energy Malnutrition in a Pediatric Clinic in China. *Medical Science Monitor*, 31(e946284), 1–7. <https://doi.org/10.12659/MSM.946284>
- Tian, J., Qin, L., Zeng, X., Ge, P., Fan, J., & Zhu, Y. (2023). The Role of Amylose in Gel Forming of Rice Flour. *Foods*, 12(6), 1210. <https://doi.org/10.3390/foods12061210>
- Ulya, A. T., Mustofa, A., & Suhartatik, N. (2023). Karakteristik Fisikokimia dan Organoleptik Flakes Tepung Komposit dengan Penambahan Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrhizus*). *Jurnal Teknologi Dan Industri Pangan Unisri*, 8(1), 1–9. <https://doi.org/10.33061/jitipari.v8i1.7154>
- Valdez, J. C., Mercader, L. M. D., Aligato, N. P., Alforque, E. M. P., Jopia, N. J. G., Costan, F. C., ..., & Terana, Catherine C. (2025). Sensory evaluation of Cebu ' s chips using cassava (*Manihot esculenta*) flour infused with fresh blended malunggay (*Moringa oleifera*) leaves. *Journal of Applied and Natural Sciences*, 17(3), 1401–1408. <https://doi.org/10.31018/jans.v17i3.6838>
<https://journals.ansfoundation.org/index.php/jans/article/view/6838>
- Zulfahmi, A. N., Yuniarti, Y., Assrorudin, A., Hastuti, N. D., & Cholid, I. (2021). Pengaruh Penambahan Ikan Rucuh pada Pembuatan Opak Singkong Terhadap Sifat Fisikokimia. *Jurnal Teknologi Pangan Dan Agroindustri Perkebunan*, 1(2), 79–85. <https://doi.org/10.58466/lipida.v1i2.1392>
- Zulisyanto, D., Riyadi, P. H., & Amalia, U. (2016). Pengaruh Lama Pengukusan Adonan terhadap Kualitas Fisik dan Kimia Kerupuk Ikan Lele Dumbo (*clarias gariepinus*). *Jurnal Pengolahan Dan Bioteknologi Hasil Perikanan*, 5(4), 26–33. <https://www.neliti.com/id/publications/139312/pengaruh-lama-pengukusan-adonan-terhadap-kualitas-fisik-dan-kimia-kerupuk-ikan-l>