

PENGARUH METODE MODIFIKASI TERHADAP KUALITAS SENSORIS, KADAR AIR, DAN WARNA TEPUNG JAGUNG UNGU

The Effect of Modification Methods on Sensory Quality, Moisture Content, and Colour of Purple Corn Flour

Fahniati Sofi Tartilla¹, Ratna Palupi Nurfatimah², Nugrahani Astuti³, Hanif Naufal Ahmi⁴

^{1,2,3,4}Universitas Negeri Surabaya

*Corresponding author, e-mail: fahniatis@gmail.com

ABSTRACT

Purple corn flour (*Zea mays L.*) is a local food ingredient rich in anthocyanins with potential as a functional commodity. However, its basic qualities such as moisture content and color stability are strongly influenced by modification methods. This study aimed to evaluate the effects of pregelatinization, fermentation using *Lactobacillus casei*, and their combination on the physicochemical (moisture content and color parameters L^* , a^* , b^*) and sensory qualities of purple sticky corn flour. All treatments were analyzed through hedonic testing with 30 semi-trained panelists and laboratory evaluation. Data were statistically analyzed using ANOVA followed by Duncan's test at a 5% significance level. The results showed that among all treatments, pregelatinization produced the lowest moisture content (9.88%) compared to the control (11.05%) and improved color intensity (lower L^* and b^* values, higher a^* value). Fermentation alone tended to reduce aroma acceptance, while the combination treatment provided intermediate results. Sensory evaluation confirmed that pregelatinization was the most preferred method, maintaining neutral aroma and enhancing visual appeal. These findings highlight pregelatinization as the most effective modification technique, providing purple corn flour with better stability, storage quality, and visual attributes, thus supporting its potential as a raw material for value-added functional food products.

Keyword: Purple corn, modified flour, moisture content, colour parameters.

ABSTRAK

Tepung jagung ungu (*Zea mays L.*) merupakan bahan pangan lokal kaya antosianin yang berpotensi dikembangkan sebagai komoditas fungsional. Namun, mutu dasar seperti kadar air dan stabilitas warna sangat dipengaruhi oleh metode modifikasi. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi pengaruh pragelatinisasi, fermentasi menggunakan *Lactobacillus casei*, serta kombinasi keduanya terhadap kualitas kadar air dan parameter warna L^* , a^* , b^* dan sensoris tepung jagung ketan ungu. Seluruh perlakuan dianalisis melalui uji hedonik dengan 30 panelis semi terlatih serta pengujian laboratorium. Data dianalisis menggunakan ANOVA dan uji lanjut Duncan pada taraf signifikansi 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa di antara semua perlakuan, pragelatinisasi menghasilkan kadar air terendah (9,88%) dibanding kontrol (11,05%) serta intensitas warna ungu terbaik (nilai L^* dan b^* lebih rendah, nilai a^* lebih tinggi). Fermentasi cenderung menurunkan penerimaan aroma, sedangkan kombinasi memberikan hasil menengah. Uji sensoris menegaskan bahwa pragelatinisasi merupakan metode paling disukai karena mampu mempertahankan aroma netral dan meningkatkan kualitas visual. Temuan ini menegaskan keunggulan pragelatinisasi sebagai teknik modifikasi yang efektif, sehingga tepung jagung ungu lebih stabil, mudah disimpan, dan memiliki kualitas visual unggul, serta berpotensi menjadi bahan baku produk pangan fungsional bernilai tambah.

Kata kunci: Jagung ungu, tepung modifikasi, kadar air, parameter warna

How to Cite: Fahniati Sofi Tartilla¹, Ratna Palupi Nurfatimah², Nugrahani Astuti³, Hanif Naufal Ahmi⁴. 2025. Pengaruh Metode Modifikasi Terhadap Kualitas Sensoris, Kadar Air, dan Warna Tepung Jagung Ungu. Jurnal Pendidikan Tata Boga dan Teknologi, Vol 6 (3): pp. 506-516, DOI: 10.24036/jptbt.v6i3.27049



This is an open access article distributed under the Creative Commons 4.0 Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited. ©2019 by author

PENDAHULUAN

Jagung ungu (*Zea mays L.*) merupakan salah satu varietas jagung yang memiliki keunggulan fungsional karena kaya akan pigmen antosianin, senyawa fenolik, dan aktivitas antioksidan yang tinggi (Anisa dkk., 2023). Kandungan bioaktif tersebut tidak hanya memberikan warna ungu yang khas, tetapi juga menawarkan manfaat kesehatan seperti aktivitas antioksidan, antiinflamasi, dan potensi pencegahan penyakit degeneratif. Dengan meningkatnya minat terhadap pangan fungsional, tepung jagung ungu memiliki prospek besar sebagai bahan baku alternatif dalam inovasi produk pangan modern. Tepung jagung lebih mudah disimpan, lebih serbaguna, dan memiliki umur simpan lebih panjang dibandingkan bahan segar, sehingga menjadi bentuk yang paling strategis untuk pengembangan komoditas ini (Guo dkk., 2021).

Kualitas tepung jagung ungu dipengaruhi oleh sejumlah parameter fisikokimia, namun dua di antaranya yang paling fundamental adalah kadar air dan warna. Kadar air berperan penting dalam menentukan stabilitas produk, daya simpan, serta kerentanan terhadap kerusakan mikrobiologis. Kadar air yang terlalu tinggi dapat mengakselerasi pertumbuhan mikroba dan mempercepat degradasi mutu tepung, sedangkan kadar air rendah mendukung stabilitas penyimpanan dan kualitas bahan baku olahan (García-López dkk., 2023). Selain itu, warna merupakan atribut visual utama yang menentukan penerimaan konsumen. Warna ungu pada tepung jagung berasal dari antosianin, yang stabilitasnya sangat dipengaruhi oleh proses pengolahan, enzim oksidatif, suhu, dan paparan oksigen (Bonilla-Vega dkk., 2022).

Berbagai metode modifikasi telah dikembangkan untuk memperbaiki kualitas kadar air dan warna tepung, termasuk praelatinisasi, fermentasi, dan kombinasi keduanya. Praelatinisasi melibatkan pemanasan lembap yang menyebabkan gelatinisasi parsial pati (Muchlisniyah dkk., 2016; Nurfatimah, 2017). Proses ini mengubah struktur granula pati. Selain itu, pemanasan terkontrol berpotensi menginaktivasi enzim perusak warna seperti polifenol oksidase (PPO) dan peroksidase (POD), sehingga dapat membantu mempertahankan intensitas warna antosianin (Liu dkk., 2022).

Fermentasi menggunakan *Lactobacillus casei* juga merupakan metode yang banyak digunakan dalam modifikasi tepung. Fermentasi dapat memodifikasi pH, memanfaatkan enzim mikroba untuk memecah komponen kompleks, serta memengaruhi stabilitas senyawa pigmen. Hasil fermentasi dapat memperbaiki sifat fisikokimia tertentu, meskipun tidak selalu menguntungkan dalam hal intensitas warna (Medho dkk., 2018). Kombinasi praelatinisasi dan fermentasi sering digunakan untuk memperoleh efek sinergis, di mana perubahan struktural akibat pemanasan diikuti oleh modifikasi biokimia akibat aktivitas mikroba.

Penelitian mengenai modifikasi tepung jagung banyak berfokus pada efek praelatinisasi atau fermentasi secara terpisah. Kajian yang secara langsung membandingkan tiga metode yaitu praelatinisasi, fermentasi menggunakan *Lactobacillus casei*, dan kombinasi keduanya pada jagung ungu jenis ketan masih jarang ditemukan. Penelitian terdahulu juga belum menguraikan secara komprehensif bagaimana ketiga metode tersebut memengaruhi dua parameter dasar yang menentukan mutu industri, yaitu kadar air dan stabilitas warna (L^* , a^* , b^*) (Winarti dkk., 2022). Ketidaktepatan mengenai metode modifikasi yang paling efektif dalam menghasilkan tepung dengan stabilitas penyimpanan tinggi dan intensitas warna yang konsisten menimbulkan kebutuhan akan bukti empiris terbaru. Kesenjangan ini menunjukkan perlunya studi yang mampu memberikan perbandingan menyeluruh terhadap efektivitas masing-masing teknik modifikasi.

Rumusan masalah penelitian ini mencakup dua pertanyaan pokok. Pertama, bagaimana pengaruh praelatinisasi, fermentasi, dan kombinasi keduanya terhadap tingkat kesukaan (uji hedonik) tepung jagung ungu. Kedua, bagaimana karakteristik kadar air dan warna pada tepung jagung ungu dengan perlakuan terbaik yang dipilih berdasarkan hasil uji hedonik. Temuan dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan dasar ilmiah bagi pengembangan tepung jagung ungu sebagai bahan pangan fungsional dengan mutu lebih stabil dan kompetitif.

BAHAN DAN METODE

Bahan baku utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah jagung ungu yang diperoleh dari petani jagung Kabupaten Purwokerto, Jawa Tengah, starter *Lactobacillus casei*, aquades, air. Peralatan utama yang digunakan dalam pembuatan tepung jagung ungu termodifikasi meliputi: termometer, timbangan digital, steamer, kabinet dryer, blender, ayakan 80 mesh.

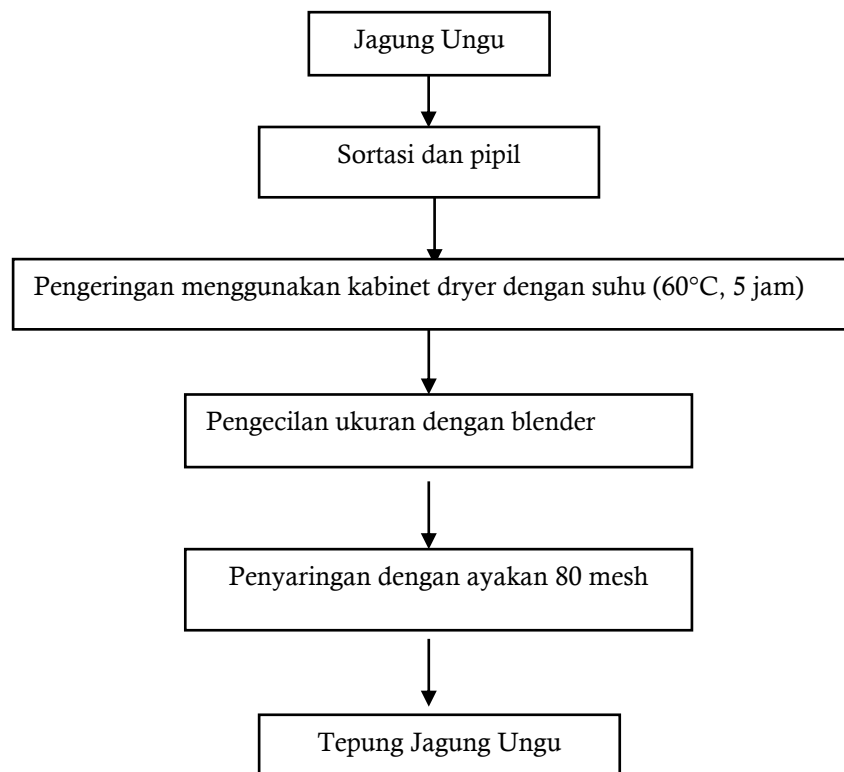
Rancangan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu desain eksperimental dengan perlakuan modifikasi yang digunakan yaitu fermentasi, praelatinisasi, dan kombinasi. Setiap perlakuan menggunakan suhu 60°C, waktu fermentasi selama 36 jam, dan setiap perlakuan di ayak dengan ayakan 80 mesh. Penelitian ini diawali dengan uji hedonik untuk menentukan perlakuan modifikasi yang paling disukai. Uji hedonik melibatkan 30 panelis semi terlatih, terdiri dari mahasiswa berusia 18–25 tahun yang terbiasa mengonsumsi produk berbasis jagung. Panelis dipilih berdasarkan kriteria sehat, tidak memiliki alergi terhadap jagung, serta bersedia mengikuti prosedur pengujian. Penilaian dilakukan menggunakan skala hedonik 4 poin (1 = tidak suka, 2 = kurang suka, 3 = cukup suka, 4 = suka) pada lima parameter yaitu

warna, aroma, rasa, tekstur, dan keseluruhan. Lalu dilanjutkan dengan analisis uji ANOVA dan Duncan dengan taraf nilai signifikansi 5% untuk mencari hasil perlakuan terbaiknya, selanjutnya dilakukan pengujian laboratorium dari hasil perlakuan terbaiknya dan dibandingkan dengan metode kontrol. Seluruh perlakuan modifikasi fermentasi, praelatinisasi, dan kombinasi dilakukan dalam tiga kali ulangan ($n=3$) untuk menjamin reliabilitas data.

Berikut beberapa metode modifikasi yang digunakan dalam pembuatan tepung jagung ungu:

1. Tepung Jagung Ungu perlakuan Kontrol

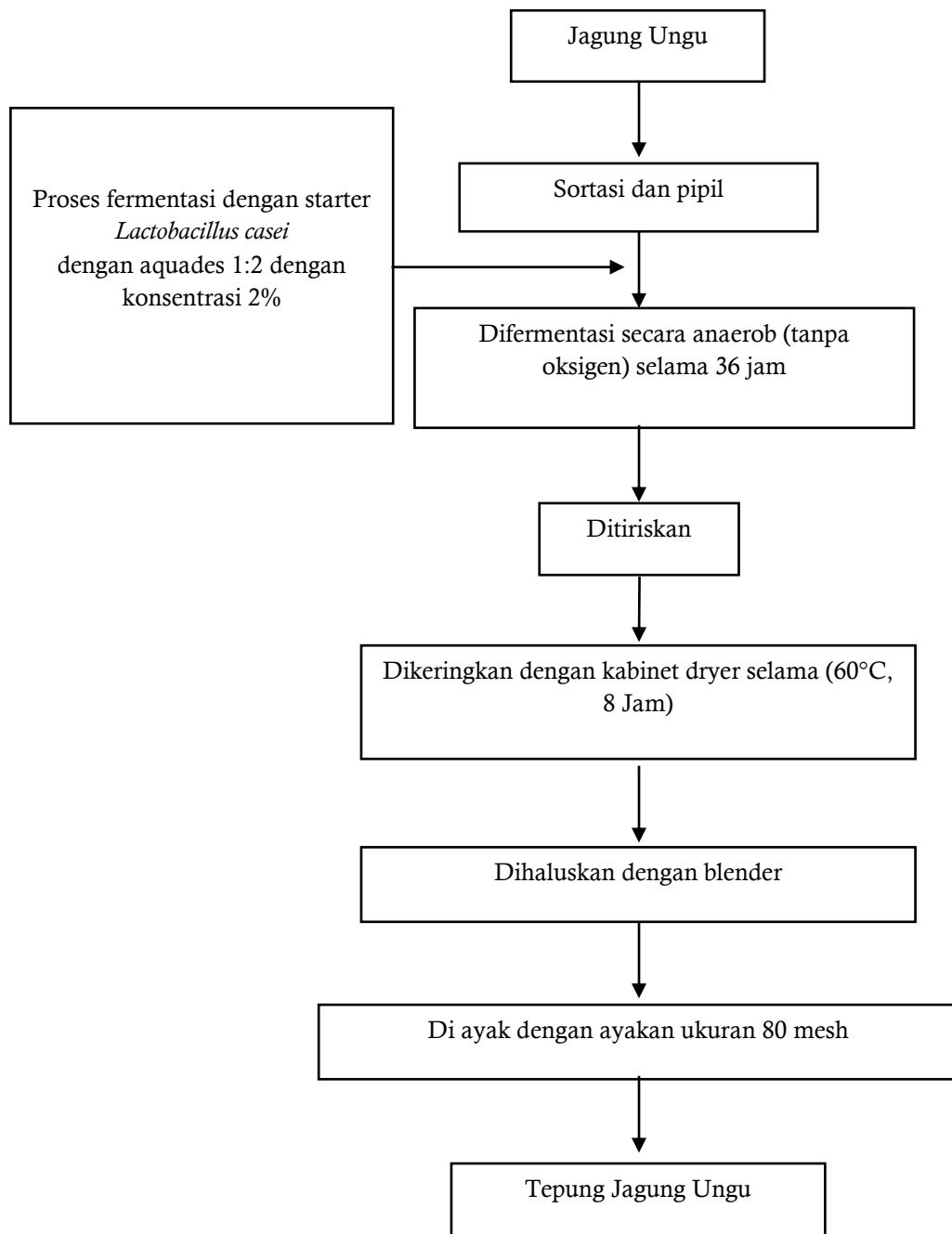
Adanya perlakuan kontrol dalam pembuatan tepung jagung ungu untuk melihat hasil dari perbandingan atau pengaruh dari ketiga perlakuan modifikasi yang digunakan. Pembuatan tepung jagung ungu kontrol sebagai berikut, Jagung ungu dipipil dan disortasi, pencucian jagung ungu, lalu langsung masuk ketahap pengeringan menggunakan kabinet dryer dengan suhu 60°C selama 5 jam, lalu dihaluskan dengan blender, dan diayak dengan ayakan 80 mesh (Nurfatimah, 2017).



Gambar 1. Diagram alir Pembuatan Tepung Jagung Ungu Metode Kontrol

Modifikasi pada tepung jagung ungu merujuk pada penelitian (Aini dkk., 2016; Sukainah dkk., 2019) dengan modifikasi fermentasi menggunakan fermentasi spontan, kultur *Lactobacillus casei*, dan *Lactobacillus bulgaricus*. Fermentasi pada penelitian ini menggunakan starter *Lactobacillus casei* dengan konsentrasi 2% dari penggunaan perbandingan bahan utama dalam penelitian yaitu jagung ungu pipil: aquades (1:2) (Medho dkk., 2018). Starter *Lactobacillus casei* yang digunakan pada penelitian ini distandarisasi sebelum fermentasi. Kultur diperoleh dari koleksi laboratorium pangan Universitas Negeri Surabaya dan diaktifkan terlebih dahulu dalam media MRS broth pada 37°C selama 24 jam hingga mencapai fase eksponensial. Kepadatan sel ditentukan menggunakan spektrofotometer pada 600 nm ($\text{OD}_{600} \approx 0.8$), yang ekuivalen dengan $\pm 10^8$ CFU/mL. Starter kemudian diaplikasikan pada jagung ungu dengan konsentrasi 2% v/v terhadap total volume suspensi fermentasi. Informasi ini memastikan bahwa aktivitas mikroba selama proses fermentasi terkontrol dan dapat direplikasi secara konsisten. Pembuatan tepung jagung ungu dengan modifikasi fermentasi yaitu jagung ungu dipipil dan disortasi, lalu di fermentasi selama 36 jam atau sama dengan 1.5 hari secara anaerob (tanpa oksigen), setelah difermentasi lalu ditiriskan, dikeringkan dengan kabinet dryer selama 8 jam dengan suhu 60°C , haluskan dengan blender, lalu ayak dengan ayakan 80 mesh.

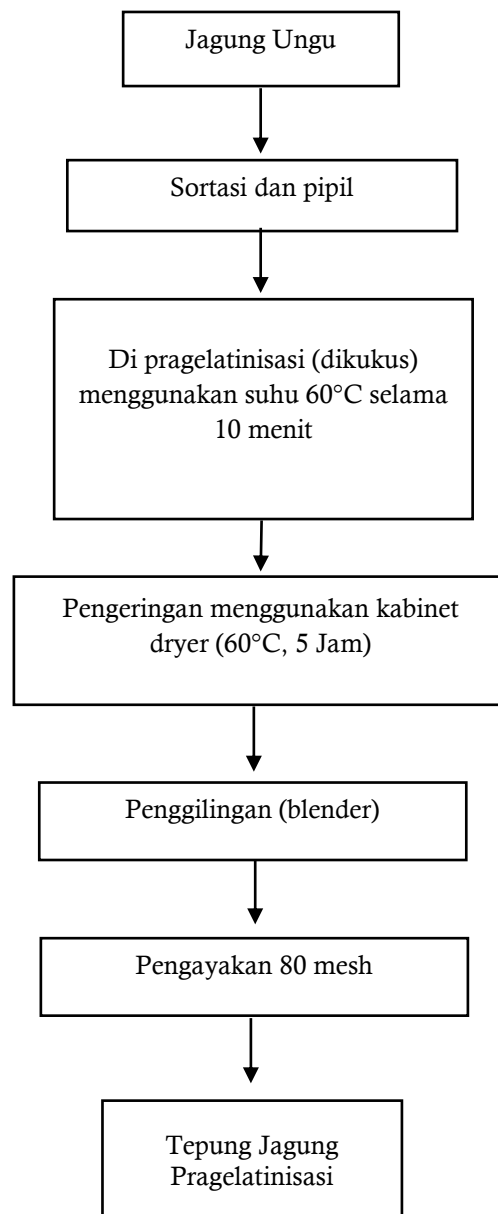
2. Tepung Jagung Ungu Modifikasi Fermentasi Dengan Menggunakan Starter *Lactobacillus casei*



Gambar 2. Diagram Alir Pembuatan Tepung Jagung Ungu Metode Fermentasi

3. Tepung Jagung Ungu Modifikasi Prigelatinisasi

Modifikasi dengan prigelatinisasi ini memudahkan konsumen dalam menggunakan tepung jagung ungu prigelatinisasi karena tepung prigelatinisasi adalah tepung yang telah mengalami proses pemasakan atau gelatinisasi terlebih dahulu sebelum dikeringkan agar bersifat mudah terdispersi di dalam air dingin membentuk suspensi yang stabil. Pembuatan tepung jagung ungu prigelatinisasi yaitu jagung ungu dipipil dan disortasi, lalu diprigelatinisasi (dikukus) dengan suhu 60°C selama 10 menit, lalu dikeringkan di kabinet dryer dengan suhu 60°C selama 5 jam, dihaluskan menggunakan blender, dan di ayak dengan ayakan 80 mesh (Nurfatimah, 2017).

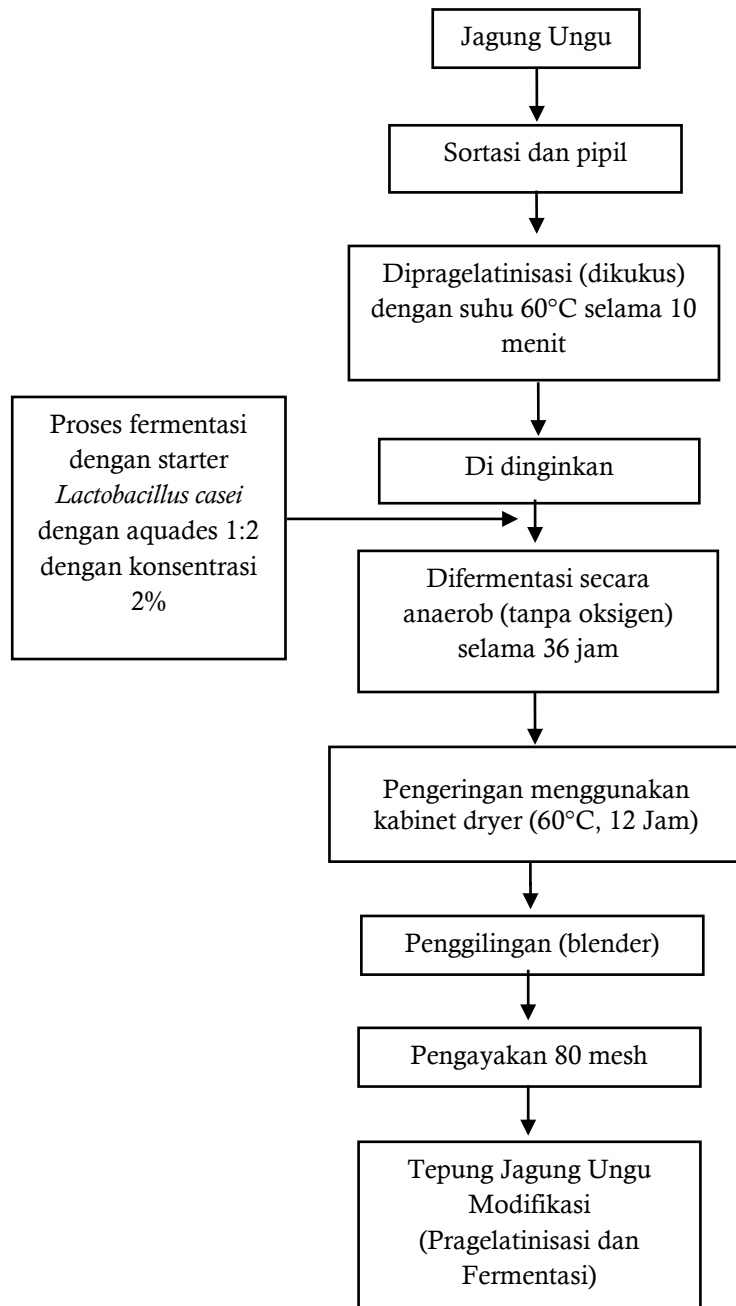


Gambar 3. Diagram Alir Pembuatan Tepung Jagung Ungu Metode Pragelatinisasi

4. Tepung Jagung Ungu Modifikasi Pragelatinisasi dilanjutkan Fermentasi (Kombinasi Keduanya)

Modifikasi dengan keduanya ini membawa sejumlah manfaat penting. Pragelatinisasi mampu meningkatkan daya serap air, viskositas, dan kestabilan terhadap pemanasan, sehingga menghasilkan tekstur yang lebih baik pada produk akhir. Fermentasi oleh starter *Lactobacillus casei* dapat memperkaya aroma, serta memecah senyawa fenolik terkait menjadi bentuk bebas yang lebih aktif secara biologis. Kombinasi kedua metode tersebut terbukti efektif dalam meningkatkan mutu sensoris, memperbaiki kadar air dan warna, serta meningkatkan aktivitas antioksidan dari tepung jagung ungu, menjadikannya bahan baku yang potensial dalam pembuatan pangan fungsional modern.

Pembuatan tepung jagung ungu dengan modifikasi pragelatinisasi dilanjutkan fermentasi yaitu jagung ungu dipipil dan di sortasi, lalu di pragelatinisasi dengan suhu 60°C selama 10 menit, lalu di dinginkan, setelah jagung ungu dingin masuk ke tahap fermentasi dengan starter *Lactobacillus casei* dengan konsentrasi 2% dengan perbandingan jagung ungu pipil: aquades (1:2) (Medho dkk., 2018), fermentasi dilakukan secara anaerob selama 36 jam yang dimasukkan kedalam toples kedap udara, setelah itu dikeringkan dengan kabinet dryer dengan suhu 60°C selama 6 jam, lalu dihaluskan dengan blender, dan diayakan dengan ayakan 80 mesh.



Gambar 4. Diagram Alir Pembuatan Tepung Jagung Ungu Metode Kombinasi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Hasil Analisis ANOVA Tepung Jagung Ungu

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Signifikansi
Warna	<i>Between Groups</i>	22.425	3	7.475	9.111	<0.001
	<i>Within Groups</i>	95.167	116	.820		
	Total	117.592	119			
Aroma	<i>Between Groups</i>	10.700	3	3.567	3.843	0.012
	<i>Within Groups</i>	107.667	116	.928		

Rasa	Total	118.367	119			
	<i>Between Groups</i>	12.533	3	4.178	4.833	0.003
	<i>Within Groups</i>	100.267	116	.864		
Tekstur	Total	112.800	119			
	<i>Between Groups</i>	.433	3	.144	0.240	0.869
	<i>Within Groups</i>	69.933	116	.603		
Keseluruhan	Total	70.367	119			
	<i>Between Groups</i>	11.467	3	3.822	5.295	0.002
	<i>Within Groups</i>	83.733	116	.722		
	Total	95.200	119			

Sumber: Data diolah peneliti (2025)

Nilai F pada ANOVA menggambarkan seberapa besar variasi antarperlakuan dibandingkan dengan variasi di dalam setiap perlakuan. Pada parameter warna, aroma, rasa, dan keseluruhan, nilai F yang tinggi (misalnya $F = 9.111$ untuk warna) menunjukkan bahwa variasi yang ditimbulkan oleh perbedaan metode modifikasi jauh lebih besar dibandingkan variasi acak antarpanelis. Hal ini memperkuat kesimpulan bahwa perlakuan modifikasi memberikan pengaruh nyata terhadap parameter-parameter tersebut. Sebaliknya, pada tekstur, nilai F yang sangat rendah ($F = 0.240$) menunjukkan bahwa perbedaan antarperlakuan hampir tidak dapat dibedakan dari variasi normal antarpanelis, sehingga tidak signifikan.

Berdasarkan hasil analisis diatas, nilai signifikansi pada parameter warna, aroma, rasa, dan keseluruhan <0.05 yang artinya nilai signifikansinya <0.05 (p value) maka, H_a diterima dan H_0 ditolak artinya terdapat adanya perbedaan pada parameter warna, aroma, rasa, dan keseluruhan pada tepung jagung ungu, dan akan dilakukan uji lanjut menggunakan Duncan. Sedangkan, pada parameter tekstur nilai signifikansinya sebesar .869 artinya nilai signifikansi >0.05 (p value) maka, H_a ditolak dan H_0 diterima artinya tidak terdapat perbedaan pada parameter tekstur tepung jagung ungu.

Tabel 2. Hasil Uji Lanjut Duncan pada Tepung Jagung Ungu

Metode	Parameter				
	Warna	Aroma	Rasa	Tekstur	Keseluruhan
Kontrol	2.27 ± 0.98^a	3.00 ± 1.02^b	2.87 ± 0.97^b	3.20 ± 0.66^a	2.87 ± 0.73^b
Pragelatinisasi	3.37 ± 0.81^c	3.00 ± 0.79^b	2.97 ± 0.76^b	3.13 ± 0.73^a	3.20 ± 0.81^b
Fermentasi	2.37 ± 1.03^{ab}	2.30 ± 0.92^a	2.13 ± 0.97^a	3.03 ± 1.00^a	2.33 ± 0.84^a
Kombinasi	2.77 ± 0.77^b	2.57 ± 1.10^{ab}	2.47 ± 0.94^{ab}	3.10 ± 0.66^a	2.80 ± 1.00^b

Sumber: Data diolah oleh peneliti (2025)

Berdasarkan hasil uji lanjut Duncan pada parameter warna, metode pragelatinisasi menunjukkan nilai tertinggi dan berada pada kelompok “c”, yang berarti berbeda signifikan dari seluruh metode lainnya. Metode kombinasi berada pada kelompok “b” dan berbeda signifikan dari kontrol, sementara fermentasi yang berada pada kelompok “ab” tidak menunjukkan perbedaan signifikan dibanding kontrol maupun kombinasi. Dengan demikian, pragelatinisasi terbukti menghasilkan intensitas warna yang paling disukai panelis.

Pada parameter aroma, kontrol dan pragelatinisasi sama-sama berada dalam kelompok “b”, sehingga tidak berbeda signifikan, sedangkan fermentasi berada pada kelompok “a” dan berbeda signifikan dari kedua metode tersebut. Kombinasi yang berada pada kelompok “ab” tidak menunjukkan perbedaan signifikan terhadap fermentasi maupun pragelatinisasi. Temuan ini mengindikasikan bahwa proses fermentasi cenderung menurunkan penerimaan aroma, sedangkan pragelatinisasi mampu mempertahankan aroma yang netral dan lebih sesuai dengan preferensi panelis.

Pada parameter rasa, seluruh metode berada pada kelompok “a”, sehingga tidak ditemukan perbedaan signifikan antarperlakuan. Hal ini menunjukkan bahwa modifikasi yang diterapkan tidak memengaruhi karakter rasa tepung jagung ungu secara nyata.

Demikian pula pada parameter tekstur, seluruh perlakuan berada pada kelompok superskrip yang sama, menandakan bahwa tidak terjadi perbedaan signifikan terhadap persepsi panelis mengenai tekstur. Pada

penilaian keseluruhan, prigelatinisasi memperoleh nilai tertinggi dan berada dalam kelompok “b”, berbeda signifikan dari fermentasi yang berada dalam kelompok “a”. Kontrol dan kombinasi juga berada pada kelompok “b”, sehingga tidak berbeda signifikan dari prigelatinisasi. Dengan demikian, metode fermentasi menjadi satu-satunya perlakuan yang memiliki tingkat penerimaan keseluruhan lebih rendah secara signifikan. Tidak adanya perbedaan signifikan pada tekstur dapat dijelaskan oleh karakteristik dasar jagung ungu ketan yang memiliki kandungan amilopektin tinggi. Kandungan ini menyebabkan tekstur tepung relatif homogen meskipun mengalami perlakuan modifikasi. Proses prigelatinisasi dan fermentasi memang memengaruhi struktur pati, tetapi perubahan tersebut lebih dominan pada kemampuan hidrasi dan warna dibandingkan tekstur akhir tepung kering. Selain itu, panelis menilai tekstur berdasarkan persepsi sensori visual dan mouthfeel saat tepung dilarutkan atau disentuh, sehingga variasi antarperlakuan tidak cukup kuat untuk menghasilkan perbedaan yang signifikan. Temuan ini konsisten dengan laporan (Muchlisiyah dkk., 2016) bahwa perubahan struktur mikroskopik pati tidak selalu terdeteksi secara sensori kecuali pada kasus kerusakan granula yang ekstrem.

Secara keseluruhan, hasil analisis menunjukkan bahwa prigelatinisasi merupakan metode modifikasi terbaik berdasarkan parameter sensori yang diamati. Metode ini tidak hanya meningkatkan kualitas warna secara signifikan, tetapi juga mempertahankan aroma serta memberikan profil sensori yang stabil pada parameter rasa dan tekstur. Sebaliknya, fermentasi cenderung menurunkan penerimaan aroma dan penilaian keseluruhan. Temuan ini menegaskan bahwa prigelatinisasi memberikan kontribusi paling positif terhadap mutu sensori tepung jagung ungu dan menjadi perlakuan yang paling direkomendasikan untuk pengembangan produk.

Perubahan warna dan penerimaan sensoris pada prigelatinisasi kemungkinan disebabkan oleh dua mekanisme utama yaitu inaktivasi enzim oksidatif (PPO, POD) oleh perlakuan panas singkat sehingga laju degradasi antosianin menurun dan perubahan struktur matriks pati (gelatinisasi parsial) yang meningkatkan keterpaparan pigmen sehingga nilai a^* meningkat dan b^* menurun. Untuk aroma yang menurun pada perlakuan fermentasi, hipotesis yang layak diuji adalah pembentukan senyawa volatil asam atau ester yang mengubah profil aroma, rekomendasi analisis profil volatil dengan GC-MS atau setidaknya pengukuran asam organik (HPLC) pada penelitian lanjutan untuk mengidentifikasi metabolit yang mungkin bertanggung jawab terhadap penurunan penerimaan aroma.

Berdasarkan hasil uji laboratorium menunjukkan bahwa tepung jagung ungu prigelatinisasi memiliki kandungan sebagai berikut:

Tabel 3. Hasil Uji Laboratorium

Parameter	Satuan	Kontrol	Prigelatinisasi
Kadar Air	%	11.05	9.88
Warna	L	52.6	43.3
	a	10.4	11.8
	b	30.2	25.8

Sumber: BPKI (Balai Penelitian dan Konsultasi Industri, Ketintang Surabaya 2025) dan UTM (Universitas Trunojoyo Madura, Bangkalan 2025).

1. Kadar Air

Analisis kadar air menunjukkan efektivitas modifikasi prigelatinisasi pada tepung jagung ungu, menghasilkan kadar air 9.88%, lebih rendah dari kontrol 11.05% dan sesuai dengan batas maksimum SNI (10%). Nilai 9,88% memenuhi batas maksimum kadar air untuk tepung jagung menurut Standar Nasional Indonesia. Oleh karena itu, hasil prigelatinisasi konsisten dengan persyaratan mutu SNI untuk tepung jagung, yang mengindikasikan potensi penyimpanan dan stabilitas mikrobiologis yang lebih baik pada produk tersebut. Penurunan ini disebabkan oleh perubahan struktural pada pati selama prigelatinisasi, yaitu gelatinisasi parsial. Perlakuan panas ini menyebabkan imobilisasi molekul air bebas yang kini terikat kuat pada matriks pati yang termodifikasi. Akibatnya, air bebas yang tersisa berkurang, menurunkan total kadar air, dan secara langsung memperbaiki stabilitas serta daya simpan produk, sejalan dengan temuan (Rifna dkk., 2022) terkait kontrol mikroorganisme. Penurunan kadar air pada tepung prigelatinisasi (9.88%) tidak hanya menunjukkan kestabilan fisik, tetapi juga berimplikasi langsung pada *water activity* (a_w). Meskipun a_w tidak diukur secara langsung dalam penelitian ini, kadar air yang rendah biasanya berkorelasi dengan $a_w < 0.6$, yaitu batas aman untuk menghambat pertumbuhan mikroorganisme patogen dan pembusuk. Proses prigelatinisasi menurunkan jumlah air bebas melalui gelatinisasi parsial, sehingga komponen pangan memiliki afinitas lebih tinggi terhadap air. Ikatan ini menurunkan ketersediaan air untuk mikroorganisme, yang pada akhirnya meningkatkan stabilitas mikrobiologis dan memperpanjang umur simpan produk. Dengan demikian, modifikasi prigelatinisasi memberikan keuntungan ganda: pengurangan kadar air dan penurunan potensi aktivitas air (Octavia Yusuf dkk., 2022).

2. Warna

Parameter warna L^* , a^* , b^* dianalisis menggunakan kolorimeter digital tipe Konica Minolta CR-400, yang telah dikalibrasi menggunakan standar putih sebelum pengukuran. Setiap sampel dianalisis dalam tiga titik pengukuran untuk memperoleh nilai rata-rata pada Tabel 1. menunjukkan bahwa modifikasi pragelatinisasi secara signifikan memengaruhi intensitas warna tepung jagung ungu. Tepung yang dimodifikasi memiliki nilai *Lightness* L^* yang lebih rendah 43.3 dibandingkan kontrol 52.6, mengindikasikan bahwa perlakuan panas menghasilkan warna yang lebih gelap atau pekat. Sejalan dengan pigmen utama, nilai a^* positif pada kedua perlakuan menunjukkan adanya komponen kemerahan (antosianin), dengan pragelatinisasi 11.8 menunjukkan intensitas kemerahan yang lebih tinggi daripada kontrol 10.4. Selain itu, pragelatinisasi menurunkan nilai b^* (kekuningan) dari 30.2 menjadi 25.8, yang berkontribusi pada persepsi warna ungu/merah yang lebih murni.

Proses pragelatinisasi, yang melibatkan pemanasan basah di atas suhu gelatinisasi, menyebabkan gelatinisasi parsial dan pembukaan struktur granula pati. Restrukturisasi matriks ini diduga membuat pigmen antosianin menjadi lebih terekspos dan terlihat, sehingga meningkatkan intensitas warna pada tepung kering (Hong & Liu, 2023).

Meskipun antosianin rentan terhadap degradasi panas, pemanasan yang terkontrol dan singkat dengan pengukusan 60°C selama 10 menit, mungkin memiliki efek positif. Pemanasan ini berpotensi menginaktivasi enzim perusak warna seperti polifenol oksidase (PPO) atau peroksidase, yang seharusnya mempercepat degradasi antosianin (Bonilla-Vega dkk., 2022). Oleh karena itu, warna yang lebih pekat pada tepung pragelatinisasi kemungkinan besar merupakan efek gabungan dari inaktivasi enzim yang menstabilkan pigmen dan perubahan matriks pati yang meningkatkan keterpaparan antosianin.

Perubahan warna total (ΔE) merupakan indikator penting dalam evaluasi kualitas visual. Meskipun parameter L^* , a^* , dan b^* telah dijelaskan, perhitungan ΔE memberikan gambaran lebih holistik tentang perbedaan warna antara sampel kontrol dan perlakuan. Berdasarkan data nilai L^* , a^* , b^* pada kontrol yaitu 52.6, 10.4, 30.2, sedangkan data nilai L^* , a^* , b^* pada pragelatinisasi yaitu 43.3, 11.8, 25.8.

Perubahan warna total dihitung dengan rumus:

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}^{**}$$

Sehingga:

$$\Delta L^* = -9.3$$

$$\Delta a^* = +1.4$$

$$\Delta b^* = -4.4$$

$$\Delta E \approx \sqrt{[(86.49) + (1.96) + (19.36)]} \approx 10.8$$

Nilai $\Delta E > 5$ menunjukkan bahwa perubahan warna dapat dideteksi dengan jelas oleh mata manusia. Dengan $\Delta E \sim 10.8$, modifikasi pragelatinisasi menghasilkan perubahan warna yang signifikan secara visual lebih pekat, lebih merah keunguan, dan lebih menarik bagi panelis. Perubahan ini memperkuat hasil uji hedonik yang menunjukkan peningkatan penerimaan warna pada perlakuan pragelatinisasi. Perubahan warna total antara kontrol dan pragelatinisasi dihitung $\Delta E \approx 10.8$ (CI: pembulatan bergantung pada angka desimal L^* , a^* , b^*). Dalam literatur warna, ΔE pada rentang ~ 2 – 10 sudah dapat terlihat pada pandangan sekilas dan $\Delta E > 5$ umumnya menunjukkan perbedaan warna yang jelas bagi pengamat manusia. Oleh karena itu, $\Delta E \approx 10.8$ menunjukkan perubahan warna yang mudah dikenali secara visual dan berpotensi berkontribusi pada peningkatan penerimaan warna oleh panelis.

Penelitian ini tidak melibatkan analisis kuantitatif kandungan antosianin (misalnya metode pH differential), sehingga interpretasi intensitas warna masih didasarkan pada parameter instrumental L^* , a^* , b^* dan penilaian sensoris. Antosianin merupakan pigmen utama yang menentukan warna ungu pada jagung dan sangat sensitif terhadap perlakuan panas, pH, dan enzim. Walaupun tidak dianalisis secara langsung, pola peningkatan nilai a^* dan penurunan b^* pada tepung pragelatinisasi menunjukkan bahwa pigmen antosianin relatif stabil selama pengolahan (Menchaca-Armenta dkk., 2020). Proses pengukusan singkat berpotensi menginaktivasi enzim perusak pigmen seperti PPO dan POD, sehingga menurunkan laju degradasi antosianin. Namun, untuk memperkuat validitas temuan dan memberikan dasar kimia yang lebih kuat, analisis kandungan total antosianin direkomendasikan untuk penelitian lanjutan. Hal ini akan memungkinkan hubungan langsung antara perubahan nilai kolorimetri dan stabilitas pigmen dapat dijelaskan lebih akurat (Shiekh dkk., 2023).

KESIMPULAN

Metode modifikasi pragelatinisasi terbukti menjadi perlakuan yang paling efektif dalam meningkatkan mutu kadar air dan warna serta sensoris tepung jagung ungu, dibandingkan dengan metode fermentasi dan kombinasi. Perlakuan pragelatinisasi menghasilkan kadar air yang lebih rendah, yaitu 9,88% (dibanding

kontrol 11,05%), yang telah memenuhi batas maksimum SNI (10%) dan secara signifikan memperbaiki stabilitas serta daya simpan tepung. Selain itu, praelatinisasi juga meningkatkan intensitas warna ungu (menurunkan nilai L^* dan b^* , serta meningkatkan nilai a^*), yang disebabkan oleh inaktivasi enzim oksidatif dan pengikatan air bebas, sehingga menjaga kestabilan pigmen antosianin.

Temuan ini memberikan dasar praktis yang kuat bagi industri pangan lokal untuk mengadopsi teknik praelatinisasi dalam produksi tepung jagung ungu. Penerapan metode ini akan menghasilkan bahan baku yang lebih stabil, mudah disimpan, dan memiliki kualitas visual yang unggul. Dengan demikian, tepung jagung ungu termodifikasi dapat berfungsi sebagai bahan baku potensial untuk produk pangan fungsional bernilai tambah, memperluas diversifikasi pangan, dan memenuhi permintaan konsumen akan bahan alami dengan manfaat kesehatan.

Berdasarkan hasil penelitian ini, disarankan untuk melakukan penelitian lanjutan yang lebih spesifik. Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengevaluasi morfologi granula pati menggunakan *Scanning Electron Microscopy* (SEM) guna mengonfirmasi perubahan struktur akibat modifikasi melakukan uji stabilitas warna selama penyimpanan dengan pengukuran berkala L^* , a^* , b^* dan antosianin total, serta menganalisis komponen volatil menggunakan GC-MS atau HPLC untuk menjelaskan mekanisme penurunan aroma pada perlakuan fermentasi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan, bimbingan, dan kesempatan selama proses penelitian ini. Terutama kepada Ibu Ratna Palupi Nurfatimah, S.T.P., M.T.P. yang telah mendanai atau membiayai penelitian ini hingga selesai dan membimbing dalam penulisan artikel penelitian ini, serta memberikan dukungan dan semangat kepada penulis.

DAFTAR REFERENSI

- Aini, N., Wijonarko, G., & Sustriawan, B. (2016). Sifat Fisik, Kimia, dan Fungsional Tepung Jagung yang Diproses Melalui Fermentasi. *agriTECH*, 36(2), Article 2. <https://doi.org/10.22146/agritech.12860>
- Anisa, M., Hardia, L., & Budiyo, A. B. (2023). Literature Review: Aktivitas Antioksidan Ekstrak Tongkol Jagung (*Zea mays* L.). *JIKES: Jurnal Ilmu Kesehatan*, 2(1), Article 1. <https://yptb.org/index.php/jik/article/view/601>
- Bonilla-Vega, L., Hernández-Castro, E., Gutiérrez-Dorado, R., Villamar-Vázquez, M., Sarabia-Ruiz, G., & Valenzuela Lagarda, J. L. (2022). Effect of nixtamalization extrusion conditions in purple creole corn (*Zea mays* L.) from the state of Guerrero on nutraceutical and functional properties of the optimized corn flour. *Food Science and Technology*, 42, e108122. <https://www.scielo.br/j/cta/a/dhRVh8KDHJHzvJ33XbRbJ9q/?lang=en>
- García-López, J. I., García-Reyes, E., Ramírez-Barrón, S. N., Álvarez-Vázquez, P., Flores-Naveda, A., & Camposeco-Montejo, N. (2023). Nutritional and nutraceutical changes in blue corn (*Zea mays*) stored at different temperatures. *Cogent Food & Agriculture*, 9(1), 2218630. <https://doi.org/10.1080/23311932.2023.2218630>
- Guo, X., He, X., Dai, T., Liu, W., Liang, R., Chen, J., & Liu, C. (2021). The physicochemical and pasting properties of purple corn flour ground by a novel low temperature impact mill. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 74, 102825. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2021.102825>
- Hong, Y., & Liu, X. (2023). Pre-gelatinized Modification of Starch. Dalam Z. Sui & X. Kong (Ed.), *Physical Modifications of Starch* (hlm. 91–102). Springer Nature. https://doi.org/10.1007/978-981-99-5390-5_6
- Liu, Z.-L., Xie, L., Zielinska, M., Pan, Z., Deng, L.-Z., Zhang, J.-S., Gao, L., Wang, S.-Y., Zheng, Z.-A., & Xiao, H.-W. (2022). Improvement of drying efficiency and quality attributes of blueberries using innovative far-infrared radiation heating assisted pulsed vacuum drying (FIR-PVD). *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 77, 102948. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1466856422000339>
- Medho, M. S., Djaelani, A. K., & Badewi, B. (2018). Sifat Kimia Tepung Jagung Lokal Putih Timor Termodifikasi Melalui Fermentasi Bakteri *Lactobacillus casei*. *Jurnal PARTNER (Pertanian Terapan)*, 23(2), 790–798. <https://jurnal.politanikoe.ac.id/index.php/jp/article/view/321/239>
- Menchaca-Armenta, M., Ramírez-Wong, B., Torres-Chávez, P. I., Quintero-Ramos, A., Ledesma-Osuna, A. I., Frutos, M. J., Gutiérrez-Dorado, R., Campas-Baypoli, O. N., & Morales-Rosas, I. (2020). Effect of extrusion conditions on the anthocyanin content, functionality, and pasting properties of obtained nixtamalized blue corn flour (*Zea mays* L.) and process optimization. *Journal of Food Science*, 85(7), 2143–2152. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/1750-3841.15312>

-
- Muchlisyyah, J., Prasmita, H. S., Estiasih, T., Laeliocattleya, R. A., & Palupi, R. (2016). Sifat Fungsional Tepung Ketan Merah Prigelatinisasi. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 17(3), 195–202.
- Nurfatimah, R. P. (2017). *Pengaruh Suhu dan Lama Pra-Gelatinisasi Terhadap Karakteristik Tepung Beras Ketan Merah Pecah Kulit (Oryza sativa var. Glutinosa) Varietas Inpari 25 Opak Jaya*.
- Octavia Yusuf, M. T., Dwi Masahid, A., Ratnawati, L., Indrianti, N., Ekafitri, R., Sholichah, E., Afifah, N., Sarifudin, A., Hikah, D. M., Sami, R., Khojah, E., Aljahani, A. H., Al-Moalem, M. H., & Fikry, M. (2022). Impact of Heating Temperature on the Crystallization, Structural, Pasting, and Hydration Properties of Pre-Gelatinized Adlay Flour and Its Implementation in Instant Porridge Product. *Crystals*, 12(5), 689. <https://www.mdpi.com/2073-4352/12/5/689>
- Rifna, E. J., Dwivedi, M., & Chauhan, O. P. (2022). Role of Water Activity in Food Preservation. Dalam *Advances in Food Chemistry: Food Components, Processing and Preservation* (hlm. 39–64). Springer Nature. https://doi.org/10.1007/978-981-19-4796-4_2
- Shiekh, K. A., Luanglaor, T., Hanprerakriengkrai, N., Jafari, S., Kijpatanasilp, I., Asadatorn, N., Worobo, R. W., Bekhit, A. E.-D. A., & Assatarakul, K. (2023). Antioxidants and Quality Changes of Thermally Processed Purple Corn (*Zea mays* L.) Milk Fortified with Low Sucrose Content during Cold Storage. *Foods*, 12(2), 277. <https://www.mdpi.com/2304-8158/12/2/277>
- Sukainah, A., Putra, R. P., Fadilah, R., & Yuliawati, Y. (2019). Aplikasi Kultur Campuran (*Lactobacillus* *Fabifermentans* dan *Aspergillus* sp.) Pada Modifikasi Tepung Jagung Dengan Metode Fermentasi Terkontrol yang Dilanjutkan Dengan Prigelatinisasi. *Proceeding Of National Seminar Research and Community Service Institute*.
- Winarti, S., Rosida, D. F., & Febriana, M. R. (2022). Karakteristik Fisiko-Kimia Tepung Jagung Termomodifikasi Secara Fermentasi Menggunakan *Lactobacillus plantarum*. *Jurnal Ilmu Pangan Dan Hasil Pertanian*, 6(2), 216–229. <http://journal.upgris.ac.id/index.php/jiphp/article/view/14389>
-