

## **Karakteristik Tepung Singkong (*Manihot esculenta*) Termodifikasi Menggunakan Isolat *Lactobacillus rhamnosus* SKG 34**

### ***The Characteristics of Cassava (*Manihot esculenta*) Flour Modified using *Lactobacillus rhamnosus* SKG 34 Isolate***

**I Gusti Ayu Ari Meltriana<sup>1</sup>, Komang Ayu Nocianitri<sup>1\*</sup>, I Desak Putu Kartika Pratiwi<sup>1</sup>**

PS. Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana,  
Bukit Jimbaran, Badung-Bali

\*Penulis korepondensi: Komang Ayu Nocianitri, Email: nocianitri@unud.ac.id

Diterima: 18 Januari 2024 / Disetujui: 1 Februari 2024

#### **Abstract**

In food product applications, cassava flour has the disadvantage of forming an unsatisfactory gel, weak water holding capacity, and low amylose content, so the cassava flour needs to be modified. The aim of this study is to investigate the effect of the fermentation duration with the *Lactobacillus rhamnosus* SKG 34 isolate on the characteristics of modified cassava flour and to determine the fermentation duration that can yield modified cassava flour with optimal characteristics. The research utilized Completely Randomized Design (CRD) with six fermentation treatments: without fermentation, 15 hours, 30 hours, 45 hours, 60 hours, and 75 hour, each replicated three times, resulting in 18 units of experimentation. The collected data were analyzed using ANOVA and in case where the treatments showed a significant impact on the observed variables ( $P < 0.05$ ), the Duncan Multiple Range Test (DMRT) was applied. The results indicated that fermentation duration significantly affected the pH value, moisture content, starch content, amylose content, color brightness, solubility, swelling power, and water absorption capacity (WAC) of modified cassava flour. A fermentation duration of 75 hours produced modified cassava flour with the best characteristics, including a yield of 32.24 percent, pH value of 4.92, moisture content of 5.16 percent, starch content of 69.73 percent, amylose content of 42.91 percent, color brightness of 80.6, solubility value of 85.66 percent, swelling power value of 9.68 (g/g), and water absorption capacity of 16.36 (g/g).

**Keywords:** *cassava, fermentation time, modified cassava flour, Lactobacillus rhamnosus SKG 34*

#### **PENDAHULUAN**

Singkong, yang memiliki nama latin *Manihot esculenta*, adalah salah satu bahan pangan yang sangat penting di sejumlah negara tropis, termasuk Indonesia. Singkong diakui sebagai sumber karbohidrat yang ekonomis dan menjadi makanan pokok bagi berbagai masyarakat di seluruh dunia. Meskipun singkong memiliki keunggulan sebagai sumber karbohidrat yang melimpah, namun singkong memiliki kelemahan, yaitu

ketahanan yang terbatas. Singkong segar cenderung memiliki umur simpan yang pendek karena mengandung kadar air sebanyak 65% sehingga cepat mengalami kerusakan (Heldiyanti *et al.*, 2020), maka pengubahan singkong dalam bentuk tepung adalah salah satu metode untuk meningkatkan masa simpan dan nilai tambah dari produk tersebut.

Tepung singkong adalah produk olahan singkong yang memiliki beragam

kegunaan dalam industri makanan seperti bahan pengental atau bahan baku pembuatan kue dan dapat digunakan sebagai substitusi dari tepung gandum. Namun, tepung singkong biasa memiliki beberapa kekurangan, diantaranya seperti kemampuannya untuk membentuk gel yang kurang memuaskan dalam aplikasi makanan tertentu, daya ikat air yang lemah sehingga mempengaruhi tekstur dan kelembutan produk akhir, serta amilosa yang terkandung memiliki kadar yang rendah berkisar antara 20,34 persen sampai 21,73 persen (Titi *et al.*, 2011). Kekurangan yang terdapat dalam tepung singkong menyebabkan tepung singkong perlu dilakukan modifikasi untuk memperbaiki kekurangan-kekurangan tersebut.

Pati dapat dimodifikasi secara fisik, kimia, dan enzimatis. *Heat Moisture Treatment* merupakan perlakuan modifikasi pati secara fisik. Perlakuan ini memiliki kelemahan yaitu menurunkan viskositas serta derajat putih dari tepung singkong termodifikasi (Pasca *et al.*, 2021). Perlakuan penambahan asam dapat dilakukan untuk melakukan modifikasi pati secara kimia yang dapat mengurangi kandungan amilosa, meningkatkan kelarutan pati dalam air, dan memperbaiki daya kembang molekul pati (Putri *et al.*, 2016). Kemudian, perlakuan penambahan enzim  $\alpha$ -amilase dilakukan dalam modifikasi pati secara enzimatis. Perlakuan ini memiliki kelemahan yaitu biaya yang mahal. Modifikasi pati secara

enzimatis lainnya yaitu dapat dilakukan dengan perlakuan fermentasi menggunakan bakteri asam laktat yang dapat menghasilkan asam organik dan enzim amilase sehingga terjadi perubahan pada pati singkong menjadi polimer rantai pendek yang dapat memperbaiki sifat fungsional tepung singkong. Perlakuan ini dapat menghasilkan karakteristik tepung dengan bau yang netral, memiliki tekstur lembut, warna tepung yang lebih putih, memperbaiki daya cerna, kemudahan melarut, viskositas, kemampuan gelasi, daya rehidrasi, kemampuan mengikat air, dan membuat konsistensi produk olahan menjadi lebih baik (Zarkasie *et al.*, 2017). Tepung singkong termodifikasi ini dapat digunakan sebagai pengganti terigu dan tepung lainnya dalam penggunaan bahan baku produk olahan pangan pada kue, brownies, camilan, dan sebagainya.

Faktor-faktor yang berpengaruh selama fermentasi untuk modifikasi pati salah satunya adalah lama fermentasi. Lama fermentasi adalah faktor yang berhubungan dengan tahap pertumbuhan mikroorganisme selama terjadinya proses fermentasi, sehingga lama fermentasi mempengaruhi hasil fermentasi. Semakin lama fermentasi dilakukan, maka akan meningkatkan pemecahan senyawa kompleks yang terdapat dalam bahan. *Lactobacillus rhamnosus* SKG 34 merupakan bakteri asam laktat (BAL) yang berasal dari isolasi susu kuda Sumbawa. Bakteri ini merupakan bakteri probiotik dan memiliki sifat

amilolitik yang dapat menghidrolisis pati sehingga diharapkan dapat memperbaiki karakteristik tepung singkong termodifikasi. Pada penelitian yang telah dilaksanakan oleh Widhiastiti *et al* (2022) menyatakan bahwa lama fermentasi menggunakan *Lactobacillus plantarum* yang menghasilkan tepung biji durian terfermentasi terbaik berdasarkan SNI 01-3751-2009 adalah selama 48 jam. Hasil penelitian dari Astari (2022), didapatkan lama fermentasi terbaik dengan bakteri asam laktat *Lactobacillus rhamnosus* SKG 34 adalah selama 60 jam untuk meningkatkan karakteristik tepung ubi jalar ungu termodifikasi. Singkong memiliki kadar pati yang lebih tinggi dari ubi jalar ungu yaitu sebesar 90% dalam berat kering (Cui, 2005 dalam Hidayat, 2017). Oleh karena itu, perlu diketahui bagaimana pengaruh lama fermentasi terhadap karakteristik tepung singkong termodifikasi menggunakan *Lactobacillus rhamnosus* SKG 34.

## METODE

### Bahan Penelitian

Penelitian ini membutuhkan singkong (*Manihot esculenta*) yang diperoleh dari Karangasem, Isolat *Lactobacillus rhamnosus* SKG 34 (UPT Laboratorium Terpadu Biosains dan Bioteknologi Universitas Udayana), Aquades, MRS Broth (*Oxoid*), Agar, Gliserol, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, Larutan lugol, Kristal violet, Alkohol 95 persen, Safranin, NaCl, Sukrosa, HCl 25 persen,

NaOH 45 persen, Glukosa standar, Amilosa standar, Reagen Nelson A dan B, Reagen Arsenomolybdat, Etanol 96 persen, CH<sub>3</sub>COOH 1 N, Aluminium foil, Kertas saring, Kain saring, Kertas Label, dan Plastik *sealed polyethylene*.

### Alat Penelitian

Penelitian ini membutuhkan peralatan yaitu Autoklaf (ES-315), Ayakan 80 mesh (CBN), Baskom, Bunsen, Cawan aluminium, Cawan Petri, Colorimeter (Lab Tools Apps), Desikator, *Dry mill blender* (Nagoya), Erlenmeyer 250 ml (Pyrex), Gelas kimia (Pyrex), Gelas ukur 100 ml (Pyrex), Inkubator (Memmert), Jarum oose, Labu takar 100 ml (Pyrex). Laminar Air Flow (JSR JSCB-900SB). Loyang, *Magnetic stirrer* (Fisher Scientific), Mikroskop (Olympus CX21FS1), Oven, pH meter (Martini instrument, USA), Pipet mikro (Genex Beta), Pipet tetes, Pipet volume 1 ml dan 5 ml (Pyrex), Pisau, Sentrifuse (Kubota S700FR), *Slicer*, Spektrofotometer (Evolution 201, USA), Tabung reaksi (Pyrex), Tabung sentrifuse 45 ml (BIOLOGIX), Termometer, Timbangan analitik (Shimadzu AUX220), Tip biru 1 ml, Tip kuning 100 µl, Toples kaca 3 L, Vortex (Labnet), Waterbath (Nvc Thermologic, Jerman).

### Rancangan Percobaan

Penelitian ini menggunakan perlakuan lama fermentasi (P) yang disusun dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 6 taraf perlakuan yaitu:

- P0 = Tanpa fermentasi
- P1 = Lama fermentasi 15 jam
- P2 = Lama fermentasi 30 jam
- P3 = Lama fermentasi 45 jam
- P4 = Lama fermentasi 60 jam
- P5 = Lama fermentasi 75 jam

Setiap perlakuan diulang tiga kali sehingga diperoleh sebanyak 18 unit percobaan.

### **Pelaksanaan Penelitian**

#### **Proses Pembuatan Tepung Singkong Termodifikasi**

Singkong dikupas kulitnya kemudian dicuci untuk membersihkan kotoran yang menempel pada daging singkong. Singkong dikecilkan ukurannya dengan cara diiris menggunakan *slicer* ukuran  $\pm 1$  mm, kemudian ditimbang 500 g untuk masing-masing perlakuan. Perlakuan 0 jam langsung dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 50°C selama 15 jam, sedangkan perlakuan lainnya ditempatkan di dalam toples kaca 3 L, ditambahkan 1300 ml *sterile saline solution* (mengandung 3 persen b/v NaCl dan 1 persen b/v sukrosa), kemudian diinokulasikan dengan *Lactobacillus rhamnosus* SKG 34 konsentrasi 10.000.000 sel/ml sebanyak 10 persen dari volume fermentasi. Selanjutnya, dilakukan proses fermentasi pada suhu 30°C selama rentang waktu 15 jam, 30 jam, 45 jam, 60 jam, dan 75 jam dalam keadaan anaerobik.

Setelah dilakukan fermentasi, *chips* singkong dicuci, ditiriskan, kemudian dikeringkan menggunakan oven pada suhu 50°C selama 15 jam. *Chips* singkong yang telah dikeringkan dilakukan penghalusan menggunakan mesin penepung atau *dry mill blender*, setelah itu dilakukan pengayakan dengan ayakan berukuran 80 mesh sehingga diperoleh ukuran tepung yang lebih halus. Selanjutnya, tepung singkong dimasukkan ke dalam plastik *sealed polyethylene* untuk dianalisis.

#### **Parameter yang Diamati**

Parameter yang diamati dalam penelitian ini adalah karakteristik tepung singkong termodifikasi meliputi rendemen (Sudarmadji *et al.*, 1997), pH menggunakan pH meter (AOAC, 1995), kadar air metode termogravimetri (AOAC, 1995), kelarutan dan *swelling power* (Schoch, 1964 dengan modifikasi oleh Astari, 2022), kapasitas penyerapan air (Widowati dan Gesper, 1991), kadar pati metode Nelson-Somogyi (Sudarmadji, 1997), kadar amilosa dengan spektrofotometri (Apriantono, 1989), dan kecerahan warna menggunakan aplikasi Colorimeter (Nairfana dan Rizaldi, 2022).

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Data hasil pengujian untuk rendemen, pH, dan kadar air dari tepung singkong termodifikasi terdapat pada Tabel 1.

**Tabel 1. Nilai rata-rata dari rendemen, ph, dan kadar air pada tepung singkong termodifikasi dengan perlakuan lama fermentasi**

Perlakuan Lama Fermentasi	Rendemen (%)	pH	Kadar Air (%)
P0 (tanpa fermentasi)	33,75 ± 9,01a	7,59 ± 0,05a	7,97 ± 0,90a
P1 (15 jam)	30,11 ± 8,77a	6,11 ± 0,26b	6,75 ± 0,06b
P2 (30 jam)	31,08 ± 9,22a	5,55 ± 0,23c	6,32 ± 0,31bc
P3 (45 jam)	31,64 ± 7,08a	5,23 ± 0,25cd	5,96 ± 0,07bcd
P4 (60 jam)	30,73 ± 6,53a	5,08 ± 0,17d	5,78 ± 0,08cd
P5 (75 jam)	32,24 ± 8,25a	4,92 ± 0,07d	5,16 ± 0,58d

Keterangan: Kemiripan huruf di belakang nilai rata-rata pada kolom yang sama menerangkan perlakuan yang memiliki perbedaan tidak nyata ( $P>0,05$ )

### Rendemen

Berdasarkan data Tabel 1 dinyatakan bahwa besarnya rendemen tepung singkong termodifikasi antara 30,11 persen sampai dengan 33,75 persen. Berdasarkan pengujian sidik ragam, perlakuan lama fermentasi memiliki pengaruh yang tidak nyata ( $P>0,05$ ) terhadap nilai rendemen tepung singkong termodifikasi menggunakan isolat *Lactobacillus rhamnosus* SKG 34, sehingga nilai rendemen dengan lama fermentasi 0 jam sampai dengan 75 jam adalah sama secara statistik. Selama proses fermentasi, bakteri *Lactobacillus rhamnosus* SKG 34 aktif melakukan metabolisme yang mengurai komponen kompleks menjadi komponen yang sederhana dan lebih mudah larut dalam air. Menurut Hartono (2020), proses fermentasi menyebabkan peningkatan jumlah komponen yang larut dalam air, yang mengakibatkan rendemen yang dihasilkan menjadi rendah. Berdasarkan hasil penelitian dari Assalam *et al* (2019) menunjukkan bahwa nilai rendemen tepung singkong termodifikasi

dengan metode fermentasi menggunakan isolat *Lactobacillus plantarum* dengan durasi fermentasi 24 jam dan 48 jam sebesar 30,47 persen hingga 32,98 persen, sedangkan nilai rendemen hasil penelitian dari Seveline (2018) dan Nusa (2012) dalam Assalam *et al* (2019) berturut-turut sebesar 26,59 persen hingga 37,23 persen dan 30,85 persen hingga 36,23 persen.

### pH

Berdasarkan pengujian sidik ragam, perlakuan lama fermentasi memiliki pengaruh nyata ( $P<0,05$ ) terhadap nilai pH dari tepung singkong termodifikasi dengan menggunakan isolat *Lactobacillus rhamnosus* SKG 34. Pada Tabel 1 dinyatakan bahwa besarnya pH tepung singkong termodifikasi antara 4,92 sampai dengan 7,59. Perlakuan P0 (tanpa fermentasi) mempunyai nilai rata-rata pH tertinggi yaitu 7,59, sedangkan perlakuan P5 (75 jam) memiliki nilai rata-rata pH terendah yaitu 4,92 yang memiliki perbedaan tidak nyata dengan perlakuan P3 dan P4. Pada Tabel 1 dinyatakan bahwa pH tepung

singkong termodifikasi cenderung mengalami penurunan dengan semakin lama proses fermentasi. Selama fermentasi, bakteri *Lactobacillus rhamnosus* SKG 34 memproduksi enzim amilase yang mendegradasi pati menjadi gula sederhana untuk metabolisme, kemudian dari gula sederhana mengalami glikolisis yang menghasilkan asam organik seperti asam laktat yang berdampak pada penurunan pH akhir sehingga lama fermentasi menyebabkan kandungan asam meningkat dan pH akan mengalami penurunan (Aulia *et al.*, 2018 dalam Astari, 2022). Hasil penelitian Husniati *et al* (2013) menyatakan bahwa pH dari tepung singkong termodifikasi akan menurun seiring lamanya waktu fermentasi.

#### **Kadar Air**

Berdasarkan pengujian sidik ragam, lama fermentasi memiliki pengaruh nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap kadar air dari tepung singkong termodifikasi dengan menggunakan isolat *Lactobacillus rhamnosus* SKG 34. Pada Tabel 1 dinyatakan bahwa besarnya kadar air tepung singkong termodifikasi antara 5,16 persen sampai 7,97 persen. Perlakuan P0 (tanpa fermentasi) mempunyai nilai rata-rata kadar air tertinggi yaitu 7,97 persen, sedangkan perlakuan P5 (75 jam) mempunyai nilai rata-rata kadar air terendah yaitu 5,16 persen yang memiliki perbedaan tidak nyata dengan

P3 dan P4. Pada Tabel 1 dinyatakan bahwa kadar air dalam tepung singkong termodifikasi akan menurun seiring dengan lama proses fermentasi, hal ini disebabkan oleh pemecahan komponen-komponen dalam bahan menjadi senyawa yang sederhana, sehingga menyebabkan pelepasan lebih banyak air yang terikat (Prakarsa, 2016) dan menghasilkan pembukaan pada pori-pori sel yang memfasilitasi keluarnya air selama proses pengeringan (Situmorang, 2010 dalam Oktarianti dan Rohmah, 2017). Berdasarkan SNI 7622:2011 mengenai Syarat Mutu Tepung Moka, kadar air pada tepung singkong termodifikasi maksimal 13 persen, sehingga keseluruhan tepung singkong termodifikasi pada penelitian ini sesuai dengan persyaratan. Kadar air yang rendah dalam suatu bahan menyebabkan bahan tersebut memiliki durasi penyimpanan yang panjang karena dapat menghambat aktivitas pertumbuhan mikroorganisme pembusuk.

#### **Kadar Pati**

Hasil pengujian sidik ragam menyatakan bahwa lama fermentasi memiliki pengaruh nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap kadar pati dari tepung singkong termodifikasi dengan isolat *Lactobacillus rhamnosus* SKG 34. Pada Tabel 2 dinyatakan bahwa besarnya kadar pati dari tepung singkong termodifikasi antara 69,73 persen sampai dengan 91,77 persen.

**Tabel 2. Nilai rata-rata dari kadar pati, kadar amilosa, dan kecerahan warna dari tepung singkong termodifikasi dengan perlakuan lama fermentasi**

Perlakuan Lama Fermentasi	Kadar Pati (%)	Kadar Amilosa (%)	Kecerahan Warna
P0 (tanpa fermentasi)	91,77 ± 6,69a	34,55 ± 0,20b	87,5 ± 6,24a
P1 (15 jam)	71,88 ± 6,68b	37,71 ± 0,41ab	86,2 ± 0,12a
P2 (30 jam)	74,22 ± 5,79b	38,47 ± 0,63ab	86,6 ± 1,27a
P3 (45 jam)	75,00 ± 5,79b	38,05 ± 0,40ab	84,2 ± 0,95ab
P4 (60 jam)	75,66 ± 3,38b	38,32 ± 1,25ab	80,5 ± 1,80b
P5 (75 jam)	69,73 ± 6,68b	42,91 ± 8,45a	80,6 ± 1,62b

Keterangan: Kemiripan huruf di belakang nilai rata-rata pada kolom yang sama menerangkan perlakuan yang memiliki perbedaan tidak nyata ( $P>0,05$ )

Perlakuan P0 (tanpa fermentasi) mempunyai nilai rata-rata kadar pati tertinggi yaitu 91,77 persen, sedangkan perlakuan P5 (75 jam) mempunyai nilai rata-rata terendah yaitu sebesar 69,73 persen yang memiliki perbedaan tidak nyata dengan P1, P2, P3, dan P4. Menurut Tabel 2, terdapat kecenderungan penurunan kadar pati dalam tepung singkong termodifikasi, hal ini kemungkinan disebabkan oleh pemecahan pati selama proses fermentasi oleh aktivitas mikroba. Selama fermentasi, *Lactobacillus rhamnosus* SKG 34 memproduksi enzim amilase yang menyebabkan pati mengalami penguraian menjadi komponen yang lebih sederhana, sehingga granula pati terbuka dan amilosa terlepas dari granula yang mengakibatkan terjadinya penurunan kadar pati (Tanak, 2016 dalam Kurniasari, 2018).

#### **Kadar Amilosa**

Berdasarkan pengujian sidik ragam, perlakuan lama fermentasi memiliki pengaruh nyata ( $P<0,05$ ) terhadap kadar amilosa dari tepung singkong termodifikasi dengan isolat *Lactobacillus rhamnosus* SKG

34. Pada Tabel 2 dinyatakan bahwa kadar amilosa dari tepung singkong termodifikasi antara 34,55 persen sampai dengan 42,91 persen. Perlakuan P5 (75 jam) mempunyai nilai rata-rata kadar amilosa tertinggi yaitu 42,91 persen yang memiliki perbedaan tidak nyata dengan perlakuan P1, P2, P3, dan P4, sedangkan perlakuan P0 (tanpa fermentasi) mempunyai nilai rata-rata kadar amilosa terendah yaitu 34,55 persen yang perbedaannya tidak nyata dengan perlakuan P1, P2, P3, dan P4. Pada Tabel 2 dinyatakan bahwa semakin lama waktu fermentasi, maka kadar amilosa tepung singkong termodifikasi cenderung mengalami kenaikan. Selain disebabkan oleh banyaknya granula pati yang terpecah dan membentuk amilosa, peningkatan amilosa terjadi akibat terpotongnya struktur cabang dari amilopektin sehingga terbentuk oligomer seperti amilosa (Edam, 2017). Tingginya kandungan amilosa dalam tepung memiliki dampak meningkatkan kadar air dalam produk akhir yang disebabkan oleh struktur rantai dari amilosa yang banyak mempunyai

gugus hidroksil, maka dari itu amilosa bersifat polar dan memiliki kemampuan membuat ikatan hidrogen yang lebih besar (Matz, 1976 dalam Vicilia, 2019).

### **Kecerahan Warna**

Berdasarkan pengujian sidik ragam, perlakuan lama fermentasi memiliki pengaruh nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap kecerahan warna dari tepung singkong termodifikasi dengan isolat *Lactobacillus rhamnosus* SKG 34. Pada Tabel 2 dinyatakan bahwa besarnya kecerahan warna dari tepung singkong termodifikasi antara 80,5 sampai dengan 87,5. Perlakuan P0 (tanpa fermentasi) memiliki nilai rata-rata kecerahan warna tertinggi yaitu 87,5 yang memiliki perbedaan tidak nyata terhadap perlakuan P1, P2, dan P3, sedangkan perlakuan P4 (60 jam) memiliki nilai rata-rata kecerahan warna terendah yaitu 80,5 yang memiliki perbedaan tidak nyata dengan P3 dan P5. Adanya variasi dalam nilai kecerahan pada tepung singkong termodifikasi disebabkan oleh faktor-faktor seperti suhu pemanasan, durasi pengeringan, dan proses fermentasi (Ayetigbo *et al.*, 2018 dalam Pasca *et al.*, 2021). Pada Tabel 2 dinyatakan bahwa semakin lama proses fermentasi maka kecerahan warna tepung singkong termodifikasi cenderung mengalami penurunan. Dalam proses fermentasi, pati terurai menjadi molekul yang lebih sederhana yang mengandung gula

pereduksi, maka lama waktu fermentasi mengakibatkan banyak komponen yang terpecah menjadi gula pereduksi. Berdasarkan pernyataan Verma *et al* (2019), semakin banyak gula pereduksi yang terdapat dalam bahan akan meningkatkan kemungkinan terjadinya reaksi Maillard yang menyebabkan bahan tersebut berwarna kecoklatan.

### **Kelarutan**

Data pengujian sidik ragam menyatakan perlakuan lama fermentasi mempunyai pengaruh nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap kelarutan dari tepung singkong termodifikasi dengan isolat *Lactobacillus rhamnosus* SKG 34. Pada Tabel 3 menunjukkan bahwa besarnya kelarutan dari tepung singkong terfermentasi antara 78,91 persen sampai dengan 85,66 persen. Perlakuan P5 (75 jam) memiliki nilai rata-rata kelarutan tertinggi yaitu 85,66 persen yang memiliki perbedaan tidak nyata terhadap P1, P2, P3, dan P4, sedangkan perlakuan P0 (tanpa fermentasi) memiliki nilai rata-rata kelarutan terendah yaitu 78,91 persen yang memiliki perbedaan tidak nyata terhadap P1 dan P2.

Hasil kelarutan yang tinggi mengindikasikan bahwa tepung memiliki kemudahan melarut dalam air dan hasil kelarutan yang rendah menunjukkan tepung tidak mudah larut dalam air.



**Tabel 2. Nilai rata-rata dari kelarutan, *swelling power*, dan kapasitas penyerapan air (kpa) dari tepung singkong termodifikasi dengan perlakuan lama fermentasi**

Perlakuan Lama Fermentasi	Kelarutan (%)	<i>Swelling Power</i> (g/g)	KPA (g/g)
P0 (tanpa fermentasi)	78,91 ± 0,71b	6,98 ± 0,68e	4,69 ± 0,83d
P1 (15 jam)	82,53 ± 3,43ab	8,00 ± 0,39d	6,06 ± 0,20cd
P2 (30 jam)	83,75 ± 1,73ab	8,18 ± 0,24cd	8,21 ± 2,23c
P3 (45 jam)	85,08 ± 2,35a	8,76 ± 0,12bc	11,45 ± 0,56b
P4 (60 jam)	85,04 ± 3,67a	9,15 ± 0,16ab	12,85 ± 0,56b
P5 (75 jam)	85,66 ± 3,00a	9,68 ± 0,23a	16,36 ± 1,94a

Keterangan: Kemiripan huruf di belakang nilai rata-rata pada kolom yang sama menerangkan perlakuan yang memiliki perbedaan tidak nyata ( $P>0,05$ )

Nilai kelarutan yang semakin tinggi diduga dikarenakan selama proses fermentasi, adanya liberasi pada sel yang dapat memotong ikatan pati sehingga membentuk struktur yang lebih sederhana (Astari, 2022) yaitu amilosa dengan rantai lebih pendek dan berat molekul yang rendah yang bersifat dapat larut dengan mudah dalam air (Haryanti *et al.*, 2014). Sehingga berdasarkan Tabel 2, kadar amilosa berbanding lurus terhadap kelarutan dari tepung singkong termodifikasi.

#### ***Swelling Power***

Berdasarkan pengujian sidik ragam, perlakuan lama fermentasi memiliki pengaruh nyata ( $P<0,05$ ) terhadap *swelling power* dari tepung singkong termodifikasi dengan isolat *Lactobacillus rhamnosus* SKG 34. Pada Tabel 3 menunjukkan bahwa besarnya *swelling power* dari tepung singkong terfermentasi antara 6,98 (g/g) sampai dengan 9,68 (g/g). Perlakuan P5 (75 jam) memiliki nilai rata-rata tertinggi yaitu 9,68 (g/g) yang memiliki perbedaan tidak nyata dengan perlakuan P4, sedangkan

perlakuan P0 (tanpa fermentasi) memiliki nilai rata-rata terendah yaitu 6,98 (g/g). Semakin besar nilai *swelling power* maka tingginya penyerapan air selama proses pemasakan, hal tersebut memiliki hubungan dengan kadar amilosa dan amilopektin dalam tepung. Berdasarkan Tabel 2 di atas, semakin lama waktu fermentasi maka kadar amilosa akan semakin meningkat, maka dari itu tingginya kandungan amilosa akan mempengaruhi nilai *swelling power* menjadi semakin tinggi, karena bahan dengan kandungan amilosa tinggi memiliki kemampuan penyerapan air yang besar, sehingga nilai *swelling power* akan semakin besar pula (Godswill *et al.*, 2019 dalam Sulistiadi dan Lestari, 2022).

#### **Kapasitas Penyerapan Air**

Berdasarkan pengujian sidik ragam, perlakuan lama fermentasi memiliki pengaruh nyata ( $P<0,05$ ) terhadap kapasitas penyerapan air (KPA) dari tepung singkong termodifikasi dengan isolat *Lactobacillus rhamnosus* SKG 34. Pada Tabel 3 dinyatakan bahwa besarnya KPA dari

tepung singkong terfermentasi antara 4,69 (g/g) sampai dengan 16,36 (g/g). Perlakuan P5 (75 jam) memiliki nilai rata-rata KPA tertinggi yaitu sebesar 16,36 (g/g), perlakuan P0 (tanpa fermentasi) memiliki nilai rata-rata KPA terendah yaitu sebesar 4,69 (g/g) yang memiliki perbedaan tidak nyata dengan perlakuan P1. Kapasitas penyerapan air menyatakan banyaknya air yang dikandung untuk gelatinisasi pati saat dimasak (Ntau *et al.*, 2017 dalam Romdhoni *et al.*, 2023). Pada Tabel 3 dapat dinyatakan bahwa KPA pada tepung singkong termodifikasi cenderung mengalami kenaikan, hal ini selaras dengan semakin tingginya kadar amilosa (Tabel 2), yaitu disebabkan oleh struktur rantai amilosa yang terdapat gugus hidroksil yang banyak sehingga menyebabkan amilosa bersifat polar dan memiliki kemampuan membuat ikatan hidrogen yang lebih kuat (Matz, 1976 dalam Vicilia, 2019).

### KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa lama fermentasi menggunakan isolat *Lactobacillus rhamnosus* SKG 34 secara signifikan memengaruhi pH, kadar air, kadar pati, kadar amilosa, kecerahan warna, kelarutan, *swelling power*, dan kapasitas penyerapan air terhadap tepung singkong termodifikasi. Lama fermentasi yang dapat menghasilkan karakteristik tepung singkong termodifikasi terbaik yaitu selama 75 jam dengan nilai rendemen sebesar 32,34 persen,

nilai pH sebesar 4,92, kadar air sebesar 5,16 persen, kadar pati sebesar 69,73 persen, kadar amilosa sebesar 42,91 persen, kecerahan warna sebesar 80,6, nilai kelarutan sebesar 85,66 persen, nilai *swelling power* sebesar 9,68 (g/g), dan kapasitas penyerapan air sebesar 16,36 (g/g).

### DAFTAR PUSTAKA

- Anonimus. (1995). Official Methods of Analysis of The Association Analytical Chemist, Inc. AOAC: Washington DC
- Apriyantono, A., D. Fardiaz, N.L., Puspitasari, Sedarnawati, & Budiyanto, S. (1989). Analisis Pangan. Bogor: IPB Press.
- Arifin, N., Monica, M., & Fatati. (2023). Pengaruh Penambahan Ragi Tempe Terhadap Kualitas Fisik Tepung Putih Telur Itik. *Prosiding Seminar Nasional Cendekia Peternakan 2*, 2(1), 69-75.
- Assalam, S., Asmoro, N. W., Tari, A. I. N., & Hartati, S. (2019). Pengaruh Ketebalan Irisan Chips Singkong dan Lama Fermentasi Terhadap Sifat Fisiko Kimia Tepung Mocaf (*Modified Cassava Flour*). *Agrisaintifika: Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*, 3(1), 31-39. <https://doi.org/10.32585/ags.v3i1.554>
- Astari, W. V. (2022). Pengaruh Lama Fermentasi Menggunakan Isolat *Lactobacillus rhamnosus* SKG 34 Terhadap Karakteristik Tepung Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea batatas* L.) Termodifikasi. (Skripsi Sarjana, Universitas Udayana).
- Edam, M. (2017). Aplikasi Bakteri Asam Laktat Untuk Memodifikasi Tepung Singkong Secara Fermentasi. *Jurnal Penelitian Teknologi Industri*, 9(1), 1-8. <https://doi.org/10.33749/jpti.v9i1.3205>
- Hartono, Y. (2020). Pengaruh Fermentasi *Lactobacillus pentosus* LLA18 dan *Lactobacillus fermentum* LLB3 Terhadap Karakteristik Fisiko-Kimiawi Tepung Beras Merah Fermentasi. (Skripsi Sarjana, Universitas Katolik Soegijapranata).
- 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>
- Heldiyanti, R., Sutrisno, Khumaida, N., & Darmawati, E. (2020). Kerusakan Pascapanen Pada Ubi Kayu Hasil Pemuliaan Selama Penyimpanan. *J. Agrotek Tropika*, 8(20), 225-234.  
<https://doi.org/10.23960/jat.v8i2.3620>
- Hidayat, F. R. (2017). Karakteristik Pati Mocaf (*Modified Cassava Flour*) dari Jenis Singkong Cimanggu dan Kaspro. (Skripsi Sarjana, Universitas Jember).
- Husniati, W. N. (2013). Perbaikan Mutu Tepung Singkong Melalui Teknologi Fermentasi Untuk Menghasilkan Tepung Mocaf. *J Riset Industri*, 14(2), 148-159.
- Kurniasari. (2018). Pengaruh Perlakuan Gelombang Mikro Terhadap Karakteristik Fisikokimia dan Fungsional Tepung Kimpul (*Xanthosoma sagittifolium*). (Skripsi Sarjana, Universitas Katolik Soegijapranata).
- Nairfana, I., Rizaldi, L. H. (2022). Sifat Fisikokimia Tepung Pisang Kepok (*Musa Paradisiaca L.*) yang Ditanam di Lokasi Berbeda di Kabupaten Sumbawa. *Pro Food*, 8(1), 44-52.  
<https://doi.org/10.29303/profood.v8i1.233>
- Ntau, L., Sumual, M.F., & Assa, J.R. (2017). Pengaruh Fermentasi *Lactobacillus casei* Terhadap Sifat Fisik Tepung Jagung Manis (*Zea mays saccharata* Sturt). *J. Ilmu dan Teknologi Pangan*, 5(2), 11-19.
- Oktarianti, D., Rohmah, M. (2017). Pengaruh Wadah dan Lama Fermentasi Biji Kakao (*Theobroma cacao L.*) Terhadap Sifat Kimia dan Sensori Bubuk Kakao. *Jurnal Teknologi Pertanian Universitas Mulawarman*, 12(2), 53-57.
- Pasca, B.D., Muhandri, T., Hunaefi, D., & Nurtama, B. (2021). Karakteristik Fisikokimia Tepung Singkong dengan Beberapa Metode Modifikasi. *Jurnal Mutu Pangan*, 8(2), 97-104.  
<https://doi.org/10.29244/jmpi.2021.8.2.97>
- Prakarsa, A.S. (2016). Sifat Fisikokimia dan Mikrobiologis Tepung Talas Fermentasi Sebagai Tepung Alternatif. (Skripsi Sarjana, Universitas Diponegoro).
- Putri, A. P., Octari, T., Annisa, N., Gadri, A., & Aprilia, H. (2016). Evaluasi Fisikokimia Pati Ganyong (*Canna indica L.*) Modifikasi Esterifikasi dan Hidrolisis Asam. *IJPST*, 3(3), 78-82.  
<https://doi.org/10.15416/ijpst.v3i3.9361>
- Schoch, T. J. (1964). *Swelling Power and Solubility of Granular Starches*. In R. L. Whistler, R.J. Smith, & N. BeMiller (Eds.), *Method in Carbohydrates Chemistry*. pp.534-544. Academic Press, New York.
- Sulistiadi, S., Lestari, H.A. (2022). Pengaruh Ukuran Partikel Mocaf pada Karakteristik Fisik Tepung. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem*, 10(2), 161-170.  
<https://doi.org/10.29303/jrpb.v10i2.320>
- Subagio, A., W. W. S., Witono, Y., & Fahmi, F. (2008). Prosedur Operasi Standar (POS) Produksi Mocal Berbasis Klaster. FTP UNEJ-SEAFAS CENTER IPB, Jember.
- Sudarmadji S., Haryono, B., & Suhardi. (1997). Prosedur Analisis untuk Bahan Makanan dan Pertanian. Liberty, Yogyakarta
- Titi, H. P., Zainul, A. M., & Nugroho. (2011). Pengaruh Pra-Gelatinisasi Terhadap Karakteristik Tepung Ubi Kayu. *J Teknol Pangan Media Informasi dan Komunikasi Ilmiah Teknol Pertanian*, 1(1), 1-14.
- Verma, V., Singh, Z., & Yadav, N. (2019). *Maillard Reaction and Effect of Various Factor on the Formation of Maillard Products: and Its Impact on Processed Food Products. Research Trends in Food Technology and Nutrition*, 7(5), 63-90.
- Vicilia, M. (2019). Pengaruh Substitusi Tepung Beras Pada Karakteristik Fisik, Kimia, dan Organoleptik Kulit Pie Bebas Gluten Berbahan Baku Tepung Mocaf (*Modified Cassava Flour*). (Skripsi Sarjana, Universitas Katolik Soegijapranata).
- Widhiastiti, N. P. U., Darmayanti, L. P. T., & Pratiwi, I. D. P. K. (2022). Pengaruh Lama Fermentasi dengan *Lactobacillus plantarum* terhadap Karakteristik Fisikokimia dan Fungsional Tepung Biji Durian (*Durio zibethinus* Murr). *Itepa: Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*, 11(1), 100-111.  
<https://doi.org/10.24843/itepa.2022.v11.i01.p11>
- Zarkasie, I. M., Prihandini, W. W., Gunawan, S., & A, H. W. (2017). Pembuatan Tepung Singkong Termodifikasi Dengan Kapasitas 300.000 Ton/Tahun. *Jurnal Teknik ITS*, 6(2), 2337-3520.  
<https://doi.org/10.12962/j23373539.v6i2.24923>