

**PENGARUH WAKTU ULTRASONIKASI TERHADAP KARAKTERISTIK  
TEPUNG JELAI (*COIX LACRYMA-JOBI* L)  
PHYSICAL AND FUNCTIONAL CHARACTERISTICS OF JELAI FLOUR AGAINST  
ULTRASONICATION TIME (*COIX LACRYMA-JOBI* L)**

**Aulia Nisa<sup>1)\*</sup>, Sukmiyati Agustin<sup>2)</sup>**

<sup>1,2,3)</sup>Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Mulawarman  
\*Penulis Korespondensi: sukmiyati.agustin@faperta.unmul.ac.id

**ABSTRACT**

Jelai (*Coix lacryma-jobi* L.) is a plant that produces seeds and can be consumed like cereals. The high carbohydrate content makes jelai suitable for processing into flour. Native jelai flour has the disadvantages of being susceptible to retrogradation and syneresis, not resistant to changes in pH, temperature, or mechanical treatment so that modifications need to be made to improve its characteristics, one of which is ultrasonication. This study aims to determine the effect of ultrasonication time on the physicochemical and functional characteristics of jelai flour. The results showed that ultrasonication time had a significant effect on colour analysis  $a^*$  and  $b^*$  of modified jelai flour and no significant effect on water absorption capacity, amylose content, and viscosity. The highest  $a^*$  colour analysis value was obtained from the 60-minute ultrasonication time treatment of 2.05 and the highest  $b^*$  value was obtained from the 50-minute ultrasonication time of 9.58. The increase in  $a^*$  and  $b^*$  values is due to the high heating temperature during ultrasonication time which can change the chemical composition of flour which affects the colour.

**Key words:** jelai flour, ultrasonication, functional and physico-chemical characteristics.

**ABSTRAK**

Jelai (*Coix lacryma-jobi* L.) adalah tanaman yang menghasilkan biji dan dapat dikonsumsi seperti sereal. Kandungan karbohidrat yang tinggi menjadikan jelai cocok diolah menjadi tepung. Tepung jelai alami memiliki kelemahan yaitu rentan terhadap retrogradasi dan sineresis, tidak tahan terhadap perubahan pH, suhu, atau perlakuan mekanis sehingga perlu dilakukan modifikasi untuk memperbaiki karakteristiknya, salah satunya dengan ultrasonikasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh waktu *ultrasonikasi* terhadap karakteristik fisikokimia dan fungsional tepung jelai. Hasil penelitian ini menunjukkan waktu ultrasonikasi berpengaruh nyata terhadap analisis warna  $a^*$  dan  $b^*$  tepung jelai termodifikasi dan tidak berpengaruh nyata terhadap nilai kapasitas penyerapan air, kadar amilosa, viskositas. Nilai analisis warna  $a^*$  tertinggi diperoleh dari perlakuan waktu ultrasonikasi 60 menit yaitu 2,05 dan nilai  $b^*$  tertinggi diperoleh waktu ultrasonikasi 50 menit yaitu 9,58 Peningkatan nilai  $a^*$  dan  $b^*$  disebabkan tingginya suhu pemanasan selama waktu ultrasonikasi sehingga mengubah komposisi kimia tepung yang mempengaruhi wana.

**Kata kunci :** tepung jelai, ultrasonikasi, fisiko-kimia fungsional

**PENDAHULUAN**

Jelai (*Coix lacryma-jobi* L.) adalah tanaman yang menghasilkan biji dan dapat

dikonsumsi seperti sereal. Biji jelai dimanfaatkan sebagai bahan pangan alternatif pengganti beras bahkan ada juga

yang dimanfaatkan sebagai pakan ternak, obat dan kerajinan tangan. Tanaman jelai dapat ditemukan di Sumatera, Jawa, dan Kalimantan [Nurmala, 2011]. Pati alami memiliki kelemahan seperti rentan terhadap retrogradasi dan sineresis, tidak tahan terhadap perubahan pH, suhu, atau perlakuan mekanis [Subroto dkk., 2021]

Modifikasi pati secara fisik telah banyak digunakan untuk memperbaiki sifat fisik, kimia dan fungsional pati. Modifikasi secara fisik diantaranya dapat dilakukan dengan metode pemanasan bertekanan-pendinginan, *heat moisture treatment*, dan ultrasonikasi [Riani, dkk., 2023]. Gelombang ultrasonik dapat memecah dan merusak partikel dalam tepung, sehingga membuat ukuran partikel menjadi lebih kecil. Hal ini dapat meningkatkan area permukaan dan memfasilitasi proses pelarutan dan pengembangan pati [Therapy, 2018]

Ayu dan Yuwono (2014), menerapkan perlakuan gelombang ultrasonik pada frekuensi 80 kHz dengan waktu 20 dan 30 menit pada tepung kimpul. Tepung kimpul termodifikasi menunjukkan nilai derajat putih yang lebih tinggi dibandingkan dengan tepung kimpul termodifikasi pada frekuensi 45 kHz dengan waktu yang sama [Ayu dan Yuwono 2014]. Frekuensi gelombang ultrasonik yang semakin tinggi akan

memberikan efek getaran yang tinggi sehingga granula pati menjadi semakin rusak dan mengakibatkan ukuran granula pati semakin kecil [Burta, 2018]. Informasi mengenai modifikasi tepung jelai menggunakan metode ultrasonikasi masih terbatas. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian mengenai pengaruh waktu ultrasonikasi terhadap karakteristik fisiko-kimia dan fungsional tepung jelai.

## **BAHAN DAN METODE**

### **A. Bahan**

- a. Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini yaitu biji jelai yang diperoleh dari petani jelai yang ada di Jalan Raya Lempatan, Kecamatan Loa Kulu, Kabupaten Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur. Bahan lainnya yaitu aquadest, etanol 95%, NaOH 1N, larutan asam asetat, larutan Iod
- b. Alat yang digunakan yaitu ultrasonikator dengan frekuensi 48 kHz. vortex mixer (H-VM-300), gelas ukur, senstrifuse (DM0412), pipet pasteur, pengaduk gelas, neraca analitik (hochoice), tabung sentrifus, colorimeter (CS-10), spektrofotometer UV-Vis, Thermometer (Thermo), timbangan (HOC), penjepit, beaker glass,

timbangan (galaxy), erlenmeyer, corong, labu ukur, Viscometer (brookfield).

## **B. Waktu dan Tempat**

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2023 hingga Juli 2024 Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Kimia dan Biokimia Hasil Pertanian dan Laboratorium Pasca Panen dan Pengemasan Hasil Pertanian, Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Mulawarman, Samarinda, Kalimantan Timur.

## **C. Rancangan Percobaan**

Penelitian ini didesain dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap 1 faktor, yaitu faktor waktu ultrasonikasi yang terdiri dari tiga taraf yaitu 40 menit, 50 menit dan 60 menit dengan 6 ulangan. Parameter yang diamati adalah Kadar Amilosa, Viskositas, Analisa Warna, Kapasitas Penyerapan Minyak.

### **Prosedur Penelitian**

#### **1. Pembuatan Tepung Jelai**

Proses pembuatan tepung jelai diawali dengan pencucian biji jelai hingga bersih menggunakan air mengalir, kemudian biji jelai ditiriskan di bawah sinar matahari

±8 jam hingga tiris. Selanjutnya biji jelai dikeringkan selama 12 jam dalam oven pengering bersuhu 60°C. Setelah biji jelai kering kemudian dihancurkan menggunakan blender hingga halus dan setelah halus diayak menggunakan ayakan 80 mesh [Aini, dkk., 2022)].

#### **2. Modifikasi Tepung Jelai dengan Metode Ultrasonikasi**

Proses pembuatan tepung jelai dengan metode ultrasonikasi adalah sebagai berikut: tepung jelai ditimbang sebanyak 90 g, ditambahkan 100 ml aquades dan diaduk hingga homogen. Setelah itu dilakukan proses ultrasonikasi pada frekuensi 48 kHz dengan waktu 40 menit, 50 menit, dan 60 menit. Suspensi pati selanjutnya disentrifugasi pada 3500 rpm selama 30 menit. Endapan selanjutnya dikeringkan dalam oven bersuhu 50°C selama 21 jam, setelah itu dihaluskan dengan blender dan dilakukan pengayakan 80 mesh.

#### **3. Metode Analisis**

##### **1. Kapasitas Penyerapan Minyak**

Pengujian penyerapan minyak dilakukan dengan cara :

1. Sebanyak 1 g sampel dan 10 ml minyak dimasukkan ke tabung sentrifus.
2. Sampel diaduk menggunakan pengaduk gelas, kemudian dihomogenkan dengan menggunakan alat vortex selama 30 detik.
3. Sampel kemudian didiamkan pada suhu ruang selama 15 menit dan disentrifugasi pada kecepatan 3500 rpm selama 5 menit.
4. Kemudian volume supernatant dicatat.

Perhitungan penyerapan minyak sebagai berikut [Aini, dkk., 2016)]

:

Penyerapan minyak (ml) =

$$\frac{\text{volume awal} - \text{volume akhir}}{\text{berat sampel}}$$

## 2. Uji Warna

Untuk penilaian warna dilakukan secara objektif menggunakan alat Colorimeter fotoelektrik yang biasa juga disebut Colorimeter Hunter. Sebelum digunakan colorimeter dikalibrasi dengan standar warna putih dan hitam. Sampel diletakkan pada sebuah kertas sebagai latar belakangnya

selanjutnya ditentukan warnanya. Sistem notasi warna Hunter ini akan menghasilkan tiga faktor warna yaitu L\* (Kecerahan), a\* (warna merah ke hijau), b\* (warna kuning ke biru). [Pujilestari, dkk., 2023)]

## 3. Viskositas

Analisis pengukuran viskositas dilakukan sebagai berikut :

1. Tepung sebanyak 30 gram disuspensikan dalam aquades sebanyak 375 ml, kemudian dipanaskan.
2. Pengukuran viskositas dilakukan dengan menggunakan *viscometer* pada suhu 90<sup>0</sup> C [P Dengan, 2015].
3. Viskometer disiapkan dan dipasang spindle 3 dengan speed 30.
4. Pengukuran dimulai saat torq mencapai minimal 10% dan data yang muncul stabil.

## 4. Kadar Amilosa

1. Amilosa murni (amilosa kentang) ditimbang sebanyak 0,1 g dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi.

2. Kemudian, etanol 95% ditambahkan sebanyak 1 ml dan NaOH 1 N sebanyak 9 ml ke dalam tabung reaksi.
3. Tabung reaksi yang berisi sampel campuran dipanaskan di dalam air mendidih selama 10 menit lalu didinginkan.
4. Setelah dingin, sampel campuran dipindahkan ke dalam labu takar 100 ml dan ditambahkan aquadest sampai tanda tera.
5. Selanjutnya, sampel yang telah diberi aquadest diambil lagi sebanyak 5 ml dan dimasukkan ke dalam labu takar 100 ml dan ditambahkan 1 ml asam asetat, 2 ml iod, dan aquadest sampai tanda tera.
6. Kemudian warna ditera dengan menggunakan spektrofotometer pada  $\lambda$  625 nm [Puspita, dkk., 2018].

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kapasitas Penyerapan Minyak

Kapasitas penyerapan minyak berhubungan dengan mekanisme pemerangkapan minyak secara fisik dengan gaya kapiler dan peran hidrofobisitas protein. Penyerapan

minyak merupakan sifat penting dalam formulasi makanan karena dapat memperbaiki flavor dan *mouthfeel* makanan. [Ulyati, dkk., 2022] Berdasarkan hasil analisis statistik terhadap data kapasitas penyerapan minyak menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan nyata antar perlakuan terhadap kapasitas penyerapan minyak tepung jelai termodifikasi. Kapasitas penyerapan minyak tepung jelai termodifikasi ultrasonikasi berkisar antara 1,092% – 1,117% sedangkan kapasitas penyerapan minyak tepung terigu yaitu 1,34% dan tepung jelai tidak termodifikasi (kontrol) adalah 1,36%. Perlakuan ultrasonikasi menyebabkan menurunnya kapasitas penyerapan minyak tepung jelai termodifikasi dibandingkan dengan kontrol. Hal ini sejalan dengan penelitian [Alsuhendra dan Ridawati 2014]. Pada suhu yang lebih tinggi dan waktu pemanasan yang lebih lama, terjadi penurunan kapasitas penyerapan minyak dimana granula pati mulai pecah dan kehilangan kemampuan untuk menyimpan minyak.

Table 1. Analisis Parameter Uji Tepung Jelai Termodifikasi

Parameter Uji	Waktu Ultrasonikasi		
	40 menit	50 menit	60 menit
KPM (%)	1,092±0,060a	1,093±0,072a	1,117±0,041a
L*	86,16±1,534a	85,30±0,845a	86,12±0,588a
a*	1,90±0,389ab	1,63±0,26a	2,05±0,065b
b*	9,08±0,529a	9,58±0,111	9,48±0,382
Viskositas (mPs)	951±163a	998±197	1037±85,3
Amilosa (%)	112,78a ±35,99a	118,64a ±37,01a	143,21±70,35a

Keterangan :

- Data diperoleh dari 3 perlakuan dan 6 ulangan, notasi huruf serupa menunjukkan tidak berpengaruh nyata.

### Analisis Warna

Berdasarkan hasil analisis statistik terhadap data nilai L\* menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan nyata antar perlakuan waktu ultrasonikasi terhadap nilai L\* tepung jelai termodifikasi. Nilai L\* menyatakan tingkat kecerahan suatu produk. Nilai intensitas warna L\* (kecerahan) tepung jelai termodifikasi ultrasonikasi berkisar antara 85,30 – 86,16, sedangkan tepung jelai kontrol (tanpa modifikasi) memiliki nilai L\* sebesar 89,47 dan terigu sebesar 92,5. Nilai L\* pada tepung jelai termodifikasi ultrasonikasi menunjukkan nilai lebih rendah dibandingkan dengan

tepung jelai kontrol (tanpa modifikasi) dan tepung terigu. Hal ini disebabkan proses pemanasan dapat menurunkan kecerahan produk tepung. Peningkatan suhu dapat meningkatkan resiko terjadinya reaksi *Maillard* [Alsuhehndra dan Ridawati, 2014] yang menghasilkan warna lebih gelap pada tepung jelai termodifikasi.

Nilai intensitas warna a\* positif menunjukkan warna merah sedangkan nilai a\* negatif menunjukkan warna hijau. Berdasarkan hasil analisis waktu ultrasonikasi menunjukkan pengaruh nyata terhadap nilai a\* tepung jelai termodifikasi dan menunjukkan nilai positif, dimana memiliki warna yang lebih cenderung ke merah. Hasil analisis nilai a\* (merah) tertinggi tepung jelai termodifikasi terdapat pada perlakuan waktu 60 menit memiliki nilai 2,05 sedangkan nilai terendah terdapat pada perlakuan waktu 50 menit memiliki nilai 1,63. Hal ini disebabkan tingginya suhu pemanasan selama waktu ultrasonikasi dapat mengubah komposisi kimia tepung yang dapat mempengaruhi warna [Alsuhehndra dan Ridawati, 2014]. Hal ini menunjukkan bahwa jelai kontrol dan tepung terigu

memiliki warna yang lebih cerah dibandingkan dengan tepung jelai dimodifikasi. Faktor yang mempengaruhi perubahan warna antara lain proses pemanasan, suhu, lama pemanasan, oksidasi, hingga perubahan pH [Dewi dkk., 2022]. Nilai  $b^*$  positif menunjukkan warna kromatik kuning sedangkan nilai  $b^*$  negatif menunjukkan warna kromatik biru. Berdasarkan hasil analisis tepung jelai termodifikasi ultrasonikasi menunjukkan hasil berbeda nyata. Hasil analisis nilai  $b^*$  tertinggi tepung jelai termodifikasi terdapat pada perlakuan waktu 50 menit memiliki nilai 9,58 sedangkan nilai terendah terdapat pada perlakuan waktu 40 menit memiliki nilai 9,08. Hal ini disebabkan terjadinya reaksi *Maillard* pada tepung termodifikasi ultrasonikasi. Reaksi *Maillard* adalah reaksi non-enzimatik yang terjadi antar gugus amino dengan gugus pereduksi, biasanya gula pereduksi, yang menghasilkan senyawa berwarna coklat [Dewi dkk., 2022].

### **Viskositas**

Viskositas merupakan ukuran yang menyatakan tingkat kekentalan suatu cairan atau fluida. Kekentalan adalah

sifat cairan yang berhubungan erat dengan aliran yang dihasilkan. Maka dari itu, viskositas tidak lain menentukan tingkat kecepatan suatu aliran. [Rahmawati dkk., 2014] Salah satu sifat fungsional pati yang penting adalah kemampuan pati untuk mengentalkan dan membentuk gel. Sifat pengental pati ditunjukkan dengan kemampuan pati mencapai viskositas tinggi selama pemanasan. Berdasarkan hasil analisis statistik terhadap data viskositas menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan nyata antar perlakuan waktu ultrasonikasi terhadap viskositas tepung jelai termodifikasi. Viskositas tepung jelai termodifikasi ultrasonikasi berkisar antara 951 – 1037 mP.s, sedangkan viskositas terigu yaitu 4212 dan tepung jelai kontrol adalah 801 mP.s. Perlakuan ultrasonikasi meningkatkan viskositas tepung jelai termodifikasi dibandingkan tepung jelai kontrol. Hal ini disebabkan oleh efek pemanasan yang timbul akibat ultrasonikasi yang memicu gelatinisasi. Pada proses gelatinisasi struktur pati berubah dari bentuk kristalin menjadi amorf (non-kristalin), sehingga menyebabkan peningkatan pada viskositas [Fitriani, dkk., 2023].

### **Kadar Amilosa**

Amilosa merupakan komponen pati yang mempunyai rantai lurus dan larut dalam air. Umumnya pati tersusun dari 17-21% amilosa, terdiri dari satuan glukosa yang bergabung melalui ikatan  $\alpha$ -(1-4) D-glukosa. Sementara amilopektin merupakan komponen pati yang mempunyai rantai cabang, terdiri dari satuan glukosa yang bergabung melalui ikatan  $\alpha$ -(1-4) D-glukosa dan  $\alpha$ -(1-6) D-glukosa. [Setiarto, dkk., 2018] Berdasarkan hasil analisis statistik terhadap data kadar amilosa menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan nyata antar perlakuan waktu ultrasonikasi terhadap kadar amilosa tepung jelai termodifikasi. Kadar amilosa tepung jelai termodifikasi ultrasonikasi berkisar antara 11,28% - 14.39%, sedangkan kadar amilosa terigu yaitu 20,50% dan tepung jelai kontrol adalah 84,1%. Kadar amilosa tepung jelai termodifikasi ultrasonikasi menunjukkan nilai yang lebih rendah dibandingkan tepung jelai kontrol. Hal ini disebabkan efek ultrasonikasi yang menyebabkan timbulnya panas, sehingga lebih banyak amilosa terlepas dari granula pati pada proses gelatinisasi. Peristiwa ini mengakibatkan kadar amilosa tepung

jelai termodifikasi mengalami penurunan dibandingkan tepung jelai kontrol.

### SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan mengenai pengaruh waktu ultrasonikasi terhadap karakteristik fisiko-kimia dan fungsional tepung jelai dapat ditarik kesimpulan waktu ultrasonikasi berpengaruh nyata terhadap nilai  $a^*$  dan nilai  $b^*$  tepung jelai termodifikasi tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap analisis kapasitas penyerapan minyak, viskositas dan kadar amilosa. Semakin lama waktu ultrasonikasi menghasilkan tepung jelai termodifikasi dengan nilai  $a^*$  dan  $b^*$  yang semakin besar.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. Nurmala, "Potensi dan Prospek Pengembangan Hanjeli (*Coix lacryma jobi* L) sebagai Pangan Bergizi Kaya Lemak untuk Mendukung Diversifikasi Pangan Menuju Ketahanan Pangan Mandiri," *J. Pangan*, vol. 20, no. 1, hal. 41–48, 2011.
- [2] E. Subroto, R. Indiarso, E. Wulandari, dan A. P. Astari, "Modifikasi Pati Hanjeli (*Coix lacryma-jobi* L.) Berpori Melalui

- Ultrasonikasi Dan Ozonasi,” *J. Teknol. Has. Pertan.*, vol. 14, no. 2, hal. 117, 2021, doi: 10.20961/jthp.v14i2.54338.
- [3] I. G. Riani, N. Boru Ritonga, A. Inayatullah, dan M. T. Handayani, “Profil Kimiawi Makanan Pendamping asi dengan Pemanfaatan Pati Ubi Jalar Ungu Metode Modifikasi Ultrasonikasi,” *J. Teknol. Agro-Industri*, vol. 10, no. 1, hal. 65–79, 2023, doi: 10.34128/jtai.v10i1.177.
- [4] C. Therapy *et al.*, “Modifikasi Ultrasonikasi Karakteristik FisikoKimia Tepung Kimpul (*Xanthosoma sagittifolium*) Menggunakan Gelombang Ultrasonik,” □□□□□□, vol. ث ثقفنق, no. ثقفنق, hal. 2018, ثقفنق, [Daring]. Tersedia pada: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=sph&AN=119374333&site=ehost-live&scope=site%0Ahttps://doi.org/10.1016/j.neuron.2018.07.032%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.tics.2017.03.010%0Ahttps://doi.org/10.1016/j.neuron.2018.08.006>
- [5] D. C. Ayu dan S. S. Yuwono, “Pengaruh suhu blansing dan lama perendaman terhadap sifat fisik kimia tepung kimpul (*Xanthosoma sagittifolium*),” *J. Pangan dan Agroindustri*, vol. 2, no. 2, hal. 110–120, 2014.
- [6] F. S. Burta, “Modifikasi Ultrasonikasi Karakteristik FisikoKimia Tepung Kimpul (*Xanthosoma sagittifolium*) Menggunakan Gelombang Ultrasonik,” no. 1, hal. 430–439, 2018.
- [7] S. N. Aini, R. I. Mulyani, R. A. Sari, dan N. M. Naibaho, “Evaluasi Sensori dan Kandungan Gizi Kudapan Jelai Crispy berbasis Tepung Jelai (*Coix lacryma-jobi* L) dan Tepung Kacang Tanah (*Arachis hypogaea* L),” *Formosa J. Sci. Technol.*, vol. 1, no. 6, hal. 683–696, 2022, doi: 10.55927/fjst.v1i6.1615.
- [8] N. Aini, G. Wijonarko, dan B. Sustrawan, “Sifat Fisik, Kimia, Dan Fungsional Tepung Jagung Yang Diproses Melalui Fermentasi (Physical, Chemical, and Functional Properties of Corn Flour Processed by Fermentation),” *J.*

- Agritech*, vol. 36, no. 02, hal. 160, 2016, doi: 10.22146/agritech.12860.
- [9] S. Pujilestari, T. Carlusi, dan I. N. Azni, “Pemanfaatan Kulit Lemon Pada Pembuatan Minuman Rosella,” *Semin. Nas. Pariwisata dan Kewirausahaan*, hal. 634–644, 2023.
- [10] P. Dengan *et al.*, “Perubahan Sifat Fisikokimia Tepung Sorgum Setelah Hidrolisis,” 2015.
- [11] A. M. Puspita Dewi, H. Haryadi, S. Sardjono, dan E. F. Tethool, “Karakteristik Fisikokimia Tapioka Teroksidasi dengan Oksidator Hidrogen Peroksida dan Katalisis Irradiasi UV-C,” *Agritechnology*, vol. 1, no. 2, hal. 46, 2018, doi: 10.51310/agritechnology.v1i2.17.
- [12] U. Ulyarti, S. Surhaini, Y. Sri Wahyuni, dan N. Nazarudin, “SIFAT FISIKO-KIMIAWI DAN FUNGSIONAL TEPUNG UWI (*Dioscorea spp.*) YANG DI MODIFIKASI MENGGUNAKAN CAIRAN SAUERKRAUT,” *J. Teknol. Pertan.*, vol. 23, no. 1, hal. 73–88, 2022, doi: 10.21776/ub.jtp.2022.023.01.7.
- [13] Alsuhendra dan Ridawati, “Pengaruh Modifikasi Secara Pregelatinisasi, Asam, dan Enzimatik Terhadap Sifat Fungsional Tepung Umbi Gembili (*Dioscorea esculenta*),” *Tata Boga*, vol. 1, no. 1, hal. 1–19, 2014, [Daring]. Tersedia pada: <http://repository.ut.ac.id/2362/1/fmipa201019.pdf>
- [14] M. I. Syafutri, “Pengaruh Heat Moisture Treatment terhadap Sifat Fisikokimia Tepung Beras Merah Termodifikasi,” *J. Pangan*, vol. 30, no. 3, hal. 175–186, 2022, doi: 10.33964/jp.v30i3.530.
- [15] K. L. Dewi, D. E. Aulina, F. Wulandari, dan S. Maharani, “Modifikasi Pati dengan Fermentasi (*S. cerevisiae*) pada Tepung Pisang, Tepung Ubi Ungu, dan Tepung Ketan Hitam,” *Edufortech*, vol. 7, no. 2, hal. 182–200, 2022, doi: 10.17509/edufortech.v7i2.51624.
- [16] L. Rahmawati, B. Susilo, dan R. Yulianingsih, “Pengaruh Variasi Blanching dan Lama Perendaman Asam Asetat (  $\text{CH}_3\text{COOH}$  ) Terhadap Karakteristik Tepung

- Labu Kuning Termodifikasi The Influence of Blanching Method and Soaking Time in Asetat Acid ( CH<sub>3</sub> COOH ) on Modified Cucurbita Flour Characteristic,” *J. Bioproses Komod. Trop.*, vol. 2, no. 2, hal. 107–115, 2014.
- [17] S. Fitriani, Y. Yusmarini, E. Riftyan, E. Saputra, dan M. C. Rohmah, “Karakteristik dan Profil Pasta Pati Sagu Modifikasi Prigelatinisasi pada Suhu yang Berbeda,” *J. Teknol. Has. Pertan.*, vol. 16, no. 2, hal. 104, 2023, doi: 10.20961/jthp.v16i2.56057.
- [18] R. H. B. Setiarto, N. Widhyastuti, dan A. Sumariyadi, “Improvement Level of Resistant Starch Type III on Modified Cassava Flour Using Fermentation and Autoclaving-Cooling,” *Biopropal Ind.*, vol. 9, no. 1, hal. 9–23, 2018.