

## Perbandingan Sifat Fisiokimia Pati Tepung Beras, Singkong & Pisang Termodifikasi Dengan Ragi (*Saccharomyces cerevisiae*)

### *Comparison of Physicochemical Properties of Rice, Cassava & Banana Starch Modified with Yeast (*Saccharomyces cerevisiae*)*

Silviwanda\*, Najib Tuisina Naenum, Novianti Utami Putri, Rianti Mayangsari, Ryandika Trahna Fadilla

Program Studi Pendidikan Teknologi Agroindustri, Universitas Pendidikan Indonesia, Indonesia

\*E-mail Korespondensi: [silviw@upi.edu](mailto:silviw@upi.edu)

#### ABSTRAK

Beras, singkong, dan pisang merupakan sumber karbohidrat utama di Indonesia. Penelitian bertujuan untuk mengetahui perbandingan sifat fisikokimia tepung singkong, tepung beras, dan tepung pisang melalui modifikasi menggunakan ragi roti *Saccharomyces cerevisiae*. Metode penelitian yang digunakan yaitu experimental design. Analisis sifat fisikokimia tepung termodifikasi terdiri dari warna, daya kembang, sineresis, suhu gelatinisasi, viskositas, daya ikat air (WHC), dan daya ikat minyak (OHC). Tepung singkong memiliki OHC dan kapasitas kembang paling tinggi sedangkan kemampuan WHC tepung beras, tepung singkong dan tepung pisang tidak berbeda. Tepung beras dapat digunakan pada produk yang membutuhkan stabilitas pada suhu rendah sedangkan tepung singkong dapat digunakan untuk memperbaiki tekstur produk.

**Kata Kunci:**

pati, *saccharomyces cerevisiae*, tepung beras, tepung mocaf, tepung pisang

#### ABSTRACT

*Rice, cassava, and banana are the main sources of carbohydrates in Indonesia. The study aimed to determine the comparison of physicochemical properties of cassava flour, rice flour, and banana flour through modification using *Saccharomyces cerevisiae* baker's yeast. The research method used was experimental design. Analysis of physicochemical properties of modified flour consists of color, expandability, syneresis, gelatinization temperature, viscosity, water binding capacity (WHC), and oil binding capacity (OHC). Cassava flour has the highest OHC and swelling capacity while the WHC ability of rice flour, cassava flour and banana flour are not different. Rice flour can be used in products that require stability at low temperatures while cassava flour can be used to improve product texture.*

© 2023 Kantor Jurnal dan Publikasi UPI

#### ARTICLE INFO

**Article History:**

Submitted/Received 27 Jan 2023

First Revised 08 Feb 2023

Accepted 28 Feb 2023

First Available online 28 Feb 2023

Publication Date 01 Mar 2023

**Keyword:**

*banana flour, cassava flour, rice flour, *saccharomyces cerevisiae*, starch*

## 1. PENDAHULUAN

Singkong dan beras merupakan sumber karbohidrat utama di Indonesia. Singkong juga banyak digunakan sebagai bahan baku industri pangan dan farmasi (Deka & Sit, 2016). Pengolahan beras dan singkong menjadi tepung dilakukan untuk memperpanjang masa simpan. Pemanfaatan tepung beras dan tepung singkong antara lain sebagai bahan baku pembuatan kerupuk (Gunawan, 2010) cendol (Rahman & Mardesci, 2015), roti (Husni, 2018) maupun bihun (Tajuddin, 2022). Sedangkan pisang merupakan salah satu sumber pati dari golongan buah yang saat ini mulai banyak digunakan di industri pangan, misalnya pada pembuatan biskuit (Nurhayati & Andayani, 2014) *snack bar* (Harun & Fitriani, 2019) ataupun makanan bayi (Miyana et al., 2021).

Pati merupakan salah satu jenis polisakarida yang banyak dijumpai pada tanaman. Dalam tanaman, pati tersimpan pada akar, batang, buah, biji, dan kulit. Pati adalah karbohidrat yang berbentuk polisakarida dengan rumus umum  $(C_6H_{10}O_5)_n$ , di mana harga  $n$  bervariasi (Mastuti & Purwanti, 2013). Pati tersusun oleh rangkaian amilosa dan amilopektin dengan perbandingan 1:4. Amilosa merupakan polimer rantai lurus yang terdiri dari rantai panjang glukosa yang terikat pada ikatan 1,4- $\alpha$ -glukosid, sedangkan amilopektin merupakan rantai cabang yang terdiri dari rantai normal glukosa yang terikat pada 1,4- $\alpha$ -glukosid dan ikatan lainnya pada 1,6- $\alpha$ -glukosid (Kirk & Othmer, 1960).

Tepung beras mengandung 22% amilosa, 78% amilopektin (Wanita & Endang, 2013) dan 7,593% protein (Tuankotta et al., 2015). Sementara tepung pisang mengandung 20,5% amilosa, 79,5% amilopektin dan 2,97% protein (Palupi & Nugroho, 2012; Von Loesecke, 1950). Tepung singkong mengandung 23,92% amilosa, 76,08% amilopektin Pradipta & Widya (2015) dan 2,78% protein (Tandrianto & Gunawan, 2014). Perbedaan rasio amilosa dan amilopektin serta kadar protein mempengaruhi sifat fisikokimia pati dari sumber karbohidrat yang berbeda.

Pemanfaatan pati alami sebagai bahan baku industri pangan memiliki keterbatasan, antara lain viskositas puncaknya yang sempit, kurang jernih, pasta yang terbentuk lemah, sineresis saat penyimpanan dan terbentuk gel yang tidak diinginkan saat pendinginan (Abbas & Meor, 2010; Sharma et al., 2015). Modifikasi dilakukan untuk memperbaiki sifat fisikokimia pati. Modifikasi dapat dilakukan secara fisik seperti pre-gelatinisasi, secara kimia seperti *cross-linking*, hidrolisis asam dan oksidasi, serta modifikasi dengan menggunakan mikroorganisme. Modifikasi pati menggunakan mikroorganisme dilakukan untuk memperbaiki sifat fisikokimia pati melalui hidrolisis polisakarida. *S. cerevisiae* memfermentasi glukosa menjadi etanol melalui jalur metabolisme *emden-meyerhoff parnas pathway* (Walker & Stewart, 2016). Penggunaan *S. cerevisiae* pada tepung modifikasi ini memiliki kelebihan, yaitu mudah beradaptasi dengan lingkungan fermentasi, aktif memecah pati dan gula menjadi karbon dioksida dan alkohol, kemudahan untuk didapatkan (Andaka & Arumsari (2016) serta memiliki potensi yang cukup baik sebagai organisme penghasil amilase (Khohir, 2017). Penelitian Kustyawati et al., (2013) menunjukkan *S. cerevisiae* dapat menghidrolisis amilopektin sehingga dapat meningkatkan kadar protein dan daya kelarutan pati singkong.

Proses fermentasi menggunakan *S. cerevisiae* juga menghasilkan senyawa hasil metabolisme yang memiliki aktivitas antioksidan.

Penelitian yang dilakukan Dewi et al., (2022) menyatakan bahwa efek fermentasi dengan *S. cerevisiae* terhadap karakteristik fisikokimia tepung ubi ungu memiliki nilai terbaik

dibandingkan dengan tepung pisang dan tepung beras ketan hitam pada warna  $b^*$   $38,4 \pm 0,45$ , *swelling power*  $6,67 \pm 0,5$  g/g, WHC  $233,33 \pm 5,7\%$ , suhu gelatinisasi  $87,67 \pm 4,13^\circ\text{C}$ , viskositas  $2078,3 \pm 12,06$  cP, sineresis  $0,00 \pm 0,00$  ml, dan kadar polifenol  $14,426$  mg GAE/g. Namun, masih sedikit informasi tersedia mengenai modifikasi pati dalam tepung pisang dan tepung beras menggunakan *S. cerevisiae* serta aktivitas antioksidannya.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui perbandingan sifat fisikokimia tepung beras, tepung singkong, dan tepung pisang yang dimodifikasi menggunakan ragi roti *S. cerevisiae*. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan informasi mengenai sifat fisik dan kimia tepung beras, tepung singkong dan tepung pisang sehingga dapat digunakan secara luas pada industri pangan.

## 2. METODOLOGI

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret sampai dengan April 2022 di Laboratorium Teknologi Pengolahan Hasil Pertanian FPTK Universitas Pendidikan Indonesia.

Alat-alat yang digunakan adalah gelas, timbangan digital (HL-3211, *Harnic Heles*, China), *hot plate magnetic stirrer* (C-Mag Hs-7, *IKA*, Jerman), sentrifugator (406, *Gyrozen*, Korea), *vortex 3* (3340000, *IKA*, Jerman), pH meter (EC-PH700/42S, *Eutech*, Singapura), viskometer (DV1MLV, *Brookfield Ametek RV*, USA), kulkas *showcase* (AQB-231, *AQUA*, Jepang). Bahan yang digunakan adalah tepung beras, tepung pisang, tepung singkong, aquades, minyak goreng, dan ragi instan merek *Fermipan* (*S. cerevisiae*). Semua bahan diperoleh dari pasar tradisional.

Metode yang digunakan adalah metode penelitian *experimental design*. Selain itu, memuat juga pengolahan data dan uji untuk menentukan perbedaan signifikan data yang diperoleh. Penelitian laboris (*pure experiment*) ini dilakukan dalam dua tahapan, meliputi pembuatan tepung termodifikasi *S. cerevisiae* dan karakteristik sifat fisikokimia tepung termodifikasi.

### 2.1 Tahapan Penelitian

#### Pembuatan Tepung Termodifikasi *S. Cereviiiae*

Pembuatan suspensi tepung dilakukan dengan mencampurkan tepung sebanyak 100 g tepung dan air dengan perbandingan (1:2) lalu ditambahkan starter ragi roti *S. cerevisiae* sebanyak 10% dari berat tepung dan diinkubasi selama 24 jam pada suhu ruang. Selanjutnya, endapan pati dikeringkan menggunakan oven *blower* (XU058, *France Etuves*, Prancis) pada suhu  $50^\circ\text{C}$  selama 24 jam. Endapan pati selanjutnya dihaluskan menggunakan blender serta diayak menggunakan ayakan 80 mesh. Pati dikemas menggunakan plastik polipropilene untuk dianalisis lebih lanjut.

### 2.2 Metode Analisis

#### *Swelling Power*

Analisis *swelling power* dilakukan berdasarkan metode yang dikemukakan oleh [Leach et al., \(1959\)](#) sampel sebanyak 0,1 gram ditambah dengan aquades sebanyak 10 mL dan dikocok hingga homogen. Suspensi tersebut kemudian dipanaskan pada suhu  $60^\circ\text{C}$  selama 30 menit. Selanjutnya suspensi didinginkan sesaat sebelum kemudian disentrifus dengan kecepatan 2500 rpm selama 15 menit. Supernatan dipisahkan kemudian pasta ditimbang. Perhitungan nilai *swelling power* menggunakan rumus:

- **Rumus swelling power**

$$\text{Swelling power} = \frac{\text{berat pasta (g)}}{\text{berat sampel kering (g)}}$$

### 2.3 Warna

Sebanyak 5 gram sampel ditimbang kemudian diletakkan diatas kertas putih. Warna pada pati tepung diukur dengan menggunakan *chromameter*. Parameter yang diukur adalah nilai L, a, dan b dan nilai hasil pengukuran merupakan rata-rata dari tiga titik pengukuran terhadap sampel. Warna dinyatakan sebagai L (gelap/putih), a (kehijauan/kemerahan), dan b (kebiruan/kekuningan).

### 2.4 Sineresis

Pengukuran sineresis dilakukan berdasarkan metode yang dikemukakan oleh AOAC (2005) pembuatan dua set larutan pati 5% dengan menimbang sampel sebanyak 5 gram kemudian ditambahkan aquades sebanyak 100 mL. Setiap set larutan diaduk dan dipanaskan di dalam water bath hingga membentuk gel dan warna airnya menjadibening. Selanjutnya dituangkan ke dalam gelas ukur lalu simpan masing-masing set gel pati pada suhu ruang dan suhu rendah. Selanjutnya amati dan catat volume gel pati serta lapisan air sineresis yang terbentuk pada 0 jam dan setelah 24 jam penyimpanan.

### 2.5 Water Holding Capacity (WHC)

Pengukuran *water holding capacity* dilakukan berdasarkan metode yang dikemukakan oleh Subagio (2006) sebanyak 1 gram sampel ditambah dengan air sebanyak 30 gram ke dalam sentrifuse kosong, kemudian dilakukan pengocokan menggunakan *vortex* selama 10 detik setiap 5 menit dalam 30 menit, lalu tabung disentrifugasi dengan kecepatan 2500 gram selama 5 menit dan dilakukan pemisahan supernatan. Supernatan tersebut kemudian ditimbang. Perhitungan WHC menggunakan rumus sebagai berikut:

- **Rumus WHC**

$$\text{WHC} = \frac{\text{air yang terserap (g)}}{\text{berat sampel kering (g)}} \times 100\%$$

### 2.6 Oil Holding Capacity (OHC)

Pengukuran *oil holding capacity* dilakukan berdasarkan metode yang dikemukakan oleh Subagio (2006) sebanyak 1 gram sampel ditambah dengan minyak sebanyak 30 gram ke dalam sentrifuse kosong, kemudian dilakukan pengocokan menggunakan *vortex* selama 10 detik setiap 5 menit dalam 30 menit, lalu tabung disentrifugasi dengan kecepatan 2500 gram selama 5 menit dan dilakukan pemisahan supernatan. Supernatan tersebut kemudian ditimbang. Perhitungan WHC menggunakan rumus sebagai berikut:

- **Rumus OHC**

$$\text{OHC} = \frac{\text{minyak yang terserap (g)}}{\text{berat sampel kering (g)}} \times 100\%$$

## 2.7 Suhu Gelatinisasi

Pengukuran suhu gelatinisasi dilakukan berdasarkan metode modifikasi yang dikemukakan oleh Santoso (2011) sebanyak 5 gram sampel dimasukkan ke dalam *beaker glass* dengan ditambahkan air sebanyak 100 mL, kemudian dilakukan pengadukan dan pemanasan menggunakan *hot plate magnetic stirrer*. Selanjutnya, diamati pembentukan gelpada suhu dan waktu pragelatinisasi.

## 2.7 Viskositas

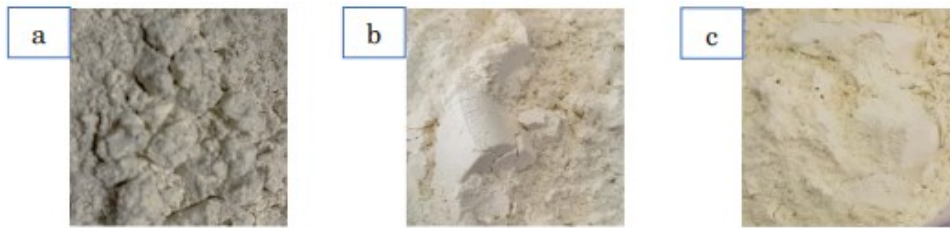
Pengukuran viskositas dilakukan berdasarkan metode yang dikemukakan oleh Chhinnan *et al.*, (1985) gel pati yang terbentuk setelah proses gelatinisasi selanjutnya dilakukan pengukuran viskositas. Gel pati dimasukkan ke dalam *beaker glass* agar dilakukan pengukuran viskositas menggunakan viskometer dengan *spindle* nomor 3 (kondisi pengukuran viskometer).

## 2.7 Kapasitas Antioksidan

Kapasitas antioksidan diukur berdasarkan metode yang diajukan oleh Re *et al.*, (1999) sampel sebanyak 1 gram ditimbang lalu tambahkan 10 mL aquades (dalam tabung sentrifuse 50 m). Setelah itu, ekstraksi sampel tersebut pada suhu 50 °C selama 1 jam lalu dilakukan penyaringan dan simpan bagian *supernatant*. Pengujian kapasitas antioksidan dilakukan dengan metode ABTS yang diperoleh mereaksikan 7 mM ABTS dalam aquades dengan 140 mM Kalium persulfate ( $K_2S_2O_8$ ). Kemudian hasil pencampuran tersebut selanjutnya disimpan pada ruang gelap selama 16 jam. Selanjutnya, dilakukan pengenceran larutan ABTS dengan mencampurkan 1 mL ABTS dengan 70 mL PBS lalu pengecekan absorbansi pada panjang gelombang  $\lambda$  734 nm. Selanjutnya absorbansi harus memiliki nilai  $0.7 \pm 0.02$ . Kemudian sebanyak 10  $\mu$ L ekstrak ditambahkan dengan 1 mL larutan ABTS lalu diinkubasi selama 4 menit pada suhu 30 °C selanjutnya absorbansi diukur pada panjang gelombang  $\lambda$  734 nm. Setelah itu kapasitas antioksidan dibandingkan dengan *trolox* dan hasil yang diperoleh dilaporkan sebagai  $\mu$ mol *trolox equivalen* atau gram bahan. Hasil nilai absorbansi dibandingkan dengan kurva standar *Trolox* 0.5-5 mM.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tepung memiliki beberapa karakteristik agar dapat digunakan pada pengolahan produk pangan. Salah satu karakteristik fisik tepung yang penting adalah warna karena dapat dilihat secara visual oleh konsumen. Warna pati tepung diukur berdasarkan hasil perhitungan menggunakan *chromameter* dengan parameter warna yang dihasilkan dinyatakan sebagai L (gelap/putih), a (kehijauan/kemerahan), dan b (kebiruan/kekuningan). Secara visual, tepung beras, tepung singkong, dan tepung pisang memiliki warna putih **Gambar 1**. Menurut Hatcher *et al.*, (2008) pisang mengandung polifenol sehingga apabila mengalami oksidasi akan menyebabkan tepung berwarna coklat akibat pencoklatan enzimatis karena reaksi antara polifenol dan polifenol oksidase menghasilkan *quinon*.



**Gambar 1.** Perbandingan Warna (a) Tepung pisang; (b) Tepung beras; (c) Tepung singkong terfermentasi *S. cerevisiae*

**Tabel 1.** menunjukkan hasil analisis warna tepung beras, tepung singkong, dan tepung pisang termodifikasi yang dinyatakan dengan nilai  $L^*a^*b^*$ . Tepung pisang memiliki tingkat kecerahan paling rendah (74,30), sementara tepung beras memiliki tingkat kecerahan paling tinggi (82,00). Tepung singkong termodifikasi *S. cerevisiae* menunjukkan warna kemerahan dan kekuningan yang paling tinggi dengan nilai  $a^*$  32,43 dan  $b^*$  84,06.

**Tabel 1.** Perbandingan warna pati tepung beras putih, pisang dan singkong modifikasi *S.cerevisiae*

Sampel	Jenis Tepung Terfermentasi <i>S. cerevisiae</i>			
	Pisang	Beras Putih	Singkong	
Warna	$L^*$	74,30	82,00	77,16
	$a^*$	21,90	30,97	32,43
	$b^*$	47,70	32,87	84,06

Keterangan:

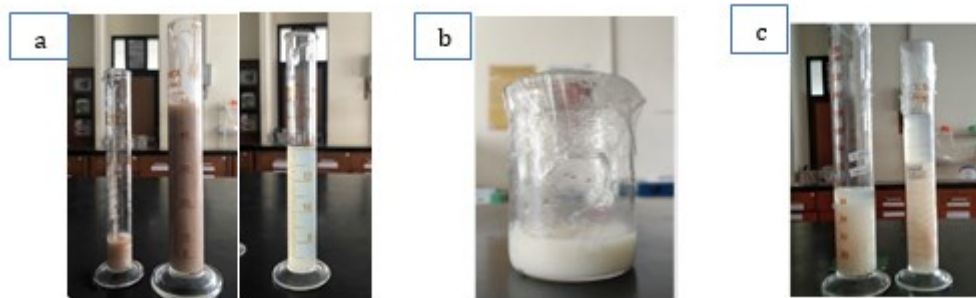
L (gelap/putih), a (kehijauan/kemerahan), dan b (kebiruan/kekuningan)

Sifat kimia tepung beras, tepung singkong, dan tepung pisang termodifikasi *S. cerevisiae* disajikan pada **Tabel 2.** Tepung singkong memiliki nilai swelling power paling tinggi sebesar 9 g/g, sementara tepung pisang memiliki swelling power paling rendah sebesar 2 g/g. Sebaliknya tepung singkong memiliki suhu gelatinisasi paling rendah, yaitu 70 °C. Sementara tepung beras memiliki suhu gelatinisasi paling tinggi, yaitu 82 °C. Nilai viskositas tepung beras, tepung singkong, dan tepung pisang bervariasi karena tepung beras memiliki nilai viskositas paling tinggi. Tepung beras juga memiliki kemampuan menahan air yang terlihat dari tidak ada air yang keluar dari gel setelah penyimpanan pada suhu 10 °C selama 24 jam **Tabel 2.**

**Gambar 2.**

**Tabel 2.** Sifat kimia *swelling power*, suhu gelatinisasi, viskositas, sineresis tepung beras, tepung singkong, dan tepung pisang termodifikasi *S. cerevisiae*.

Sifat Kimia	Jenis Tepung Terfermentasi <i>S. cerevisiae</i>		
	Beras Putih	Singkong	Pisang
<i>Swelling Power</i>	3 g/g	9 g/g	2 g/g
Suhu Gelatinisasi	82°C selama 18 menit	70°C selama 10,49 menit	80°C selama 1 jam 21 menit
Viskositas	4250 cP	3400 cP	615 cP
Suhu Ruang	52 mL	17 mL	1,3 mL
Sineresis Suhu Rendah	0 mL	31 mL	20 mL



**Gambar 2.** Sineresis (a) Tepung pisang; (b) Tepung beras; (c) Tepung singkongterfermentasi *S. cerevisiae* pada suhu 10 °C

**Tabel 3.** menunjukkan nilai *water holding capacity* (WHC) dan *oil holding capacity* (OHC) dari tepung beras, tepung singkong, dan tepung pisang. Tepung pisang memiliki nilai WHC paling besar sementara tepung singkong memiliki nilai OHC paling besar. Hal ini bertentangan dengan hasil penelitian Traynham (2007) yang melaporkan bahwa salah satu faktor yang mempengaruhi WHC adalah kandungan protein dalam tepung yang dapat menyerap dan mengikat air sehingga semakin tinggi protein semakin tinggi juga kemampuan pengikatan airnya.

**Tabel 3.** Sifat kimia WHC, OHC tepung beras, tepung singkong, dan tepung pisang termodifikasi *S. cerevisiae*

Sampel	Jenis Tepung Terfermentasi <i>S. cerevisiae</i>		
	Beras Putih	Singkong	Pisang
<b>Water Holding Capacity (WHC) (%)</b>	75±7,07 <sup>a</sup>	112,5±3,53 <sup>b</sup>	123,5±4,94 <sup>b</sup>
<b>Oil Holding Capacity (OHC) (%)</b>	112,5±3,53 <sup>a</sup>	225±7,07 <sup>c</sup>	195±7,07 <sup>b</sup>

Keterangan: Data terdiri dua ulangan dan ± menunjukkan standar deviasi. Angka yang diikuti dengan huruf yang berbeda pada baris sama menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf 5% (P<0,05) dengan uji DMRT.

Fermentasi menggunakan *S. cerevisiae* dapat menghasilkan senyawa metabolit yang memiliki aktivitas antioksidan. Hasil analisis kapasitas antioksidan dengan mekanisme transfer elektron menggunakan metode ABTS menunjukkan tepung beras dan tepung singkong memiliki aktivitas antioksidan yang sama, yaitu 20.10-20.22 µM trolox ekuivalen/ g bahan. Sedangkan tepung pisang memiliki nilai aktivitas antioksidan paling rendah, yaitu 10.21 µM trolox ekuivalen/ g bahan.

Rasio amilosa dan amilopektin, ukuran granula pati dan kadar protein sangat berperan dalam menentukan sifat fisikokimia tepung (Adikrisna, 2011). Modifikasi tepung menggunakan *S. cerevisiae* mengubah sifat fisikokimia tepung karena *S. cerevisiae* diduga memiliki aktivitas amilase (Kustyawati et al., 2013) sehingga dapat menghidrolisis pati sehingga dihasilkan ukuran molekul pati yang lebih kecil. Namun demikian, tepung mentah sulit untuk dihidrolisis karena kerapatan granula pati sehingga diperlukan enzim yang dapat mencerna pati mentah. Hal ini diduga mengakibatkan hidrolisis pati pada tepung beras, tepung singkong dan tepung pisang tidak maksimal.

Menurut Rodríguez-Ambriz (2008) WHC sangat dipengaruhi oleh kondisi fisik molekul pati yang meliputi serat pangan, protein, dan kandungan amilosa. Sama halnya dengan daya serap air, daya serap lemak tergantung terhadap struktur protein penyusun bahan. Struktur protein yang mendukung dalam penyerapan lemak bersifat lipofilik atau asam amino dengan sifat nonpolar (Lin et al., 1974). Tepung beras memiliki kadar protein yang tinggi yang mampu mencegah retrogradasi sehingga menghambat sineresis (Zhang et al., 2019). Namun, kandungan utama protein pada tepung beras adalah glutelin yang lebih bersifat hidrofilik sehingga kemampuan tepung beras dalam menyerap minyak lebih rendah dibanding tepung singkong dan tepung pisang (Amagliani et al., 2017).

#### 4. KESIMPULAN

Aktivitas amilase pada *S. cerevisiae* tidak optimal pada pati mentah sehingga sifat fisik dan kimia tepung beras, tepung singkong, dan tepung pisang tidak banyak berubah setelah modifikasi. Meskipun demikian, kandungan protein tepung beras mampu mencegah retrogradasi sehingga dapat diaplikasikan pada produk pangan yang memerlukan kestabilan terhadap suhu rendah. Sementara tepung singkong termodifikasi dapat digunakan untuk memperbaiki tekstur produk karena memiliki kemampuan oil holding capacity (OHC) yang tinggi.

#### 5. CATATAN PENULIS

Para penulis menyatakan bahwa tidak ada konflik kepentingan terkait penerbitan artikel ini. Penulis menegaskan bahwa artikel ini bebas dari plagiarisme.

#### 6. DAFTAR PUSTAKA

- Abbas, K. A., K. Khalil, S., & Meor Hussin, A. S. (2010). Modified starches and their usages in selected food products: a review study. *Journal of Agricultural Science*. 2(2), 90- 100.
- Adikrisna, D. D. (2011). *Pengaruh Regelatinasi dan Modifikasi Hidrotermal terhadap Sifat Fisik pada Pembuatan Edible Film dari Pati Kacang Merah (Vigna angularis Sp.)*. (Doctoral dissertation, Universitas Diponegoro).
- Amagliani, L., O'Regan, J., Kelly, A. L., O'Mahony, J. A. (2017). composition and protein profile analysis of rice protein ingredients. *Journal of Food Composition and Analysis*. 59, 18-26.
- Andaka, G. & Arumsari, S. (2016). pengambilan minyak kelapa dengan metode fermentasi menggunakan ragi roti. *Jurnal Teknik Kimia*. 10(2): 65-70.
- AOAC. (2005). *Official Method of Analysis of the Association of Official Analytical of Chemist*. Inc. Virginia (US): The Association of Analytical Chemist.
- Chhinnan, M. S., McWatters, K. H., & Rao, V. N. M. (1985). Rheological characterization of grain legume pastes and effect of hydration time and water level on apparent viscosity. *Journal of Food Science*. 50, 1167-1171.
- Deka, D. & Sit, N. (2016). Dual modification of taro starch by microwave and other heatmoisture treatments. *International Journal of Biological Macromolecules*. 92, 416-422.



- Dewi, K. L., Aulina, D. E., Wulandari, F., & Maharani, S. (2022). Modifikasi pati dengan fermentasi (*s. Cerevisiae*) pada tepung pisang, tepung ubi ungu, dan tepung ketan hitam. *Edufortech*. 7(2): 166-183.
- Gunawan, F. N. (2010). *Pengaruh Kombinasi Filler (Tepung Tapioka–Tepung Beras Ketan dan Tepung Terigu–Tepung Beras Ketan) dan Bentuk Terhadap Karakteristik Kerupuk Putih Telur*. (Doctoral dissertation, Unika Soegijapranata).
- Harun, N., & Fitriani, S. (2019). Pemanfaatan tepung pisang kepok dan buah nangka kering dalam pembuatan *snack bar*. *Jurnal Teknologi Pangan*. 13(1), 1-11.
- Hatcher, D.W., J.E. Dexter and B.X. Fu (2008) Investigation of amber durum wheat for production of yellow alkaline noodles. *J. Cereal Sci.* 48, 848–856.
- Husni, N. (2018). *Pengaruh Proporsi Penambahan Hidrokoloiddan Penggunaan Jenis Bahan Pengembangterhadap Karakteristik Fisik, Kimia Dan Organoleptik Roti Manis Bebas Gluten Berbahan Baku Tepung Beras, Pasta Kentang dan Tepung Tapioka*. (Doctoral dissertation, Universitas Brawijaya).
- Khohir, A. S. (2017). *Pengaruh Metode Fermentasi dan Pengeringan Terhadap Mutu Fisikokimia dan Fungsional Tepung Ubi Jalar Oranye*. (Undergraduate thesis, Universitas Sumatera Utara).
- Kirk, R.E, & Othmer, D. F. (1960). *Encyclopedia of Chemical Technology*. New York: The Interscience Encyclopedia Inc.
- Kustyawati, M. E., Sari, M., & Haryati, T. (2013). Efek fermentasi dengan *saccharomyces cerevisiae* terhadap karakteristik biokimia tapioka. *Agritech*. 33(3), 281–287.
- Leach, H. W. (1959). Structure of starch granules. I. Swelling and solubility patterns of various starches. *Cereal Chem*. 36, 534-544.
- Lin, M.J.Y., Humbert, E.S. & Sosulski, F.W. (1974). Certain functional properties of sunflower meal products. *Journal of Food Science*. 39(2), 368-370.
- Mastuti, E., K, A, A., & Purwanti. (2013). Hidrolisa pati dari kulit singkong (variabel ratio bahan dan konsentrasi asam). *Ekulilibrium*. 12(1), 5-10.
- Miyana, N., Lubis, Y. M., & Noviasari, S. (2021). Karakteristik uji organoleptik, uji mineral kalsium dan angka kecukupan gizi bubur bayi berbasis tepung pisang kepok dan tepung kacang hijau. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*. 6(4), 501-510.
- Nurhayati, C., & Andayani, O. (2014). Teknologi mutu tepung pisang dengan sistem *spray drying* untuk biskuit. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri*. 25(1), 31-41.
- Palupi, H. T., & Nugroho, M. (2012). Pengaruh jenis pisang dan bahan perendam terhadap karakteristik tepung pisang (*musa spp*). *Teknologi Pangan: Media Informasi Dan Komunikasi Ilmiah Teknologi Pertanian*. 4(1), 102-120.
- Pradipta, I. B. Y. V., & Widya D. W. P. (2015). Pengaruh proporsi tepung terigu dan tepung kacang hijau serta substitusi dengan tepung bekatul dalam biskuit. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 3(3), 793-802.

- Rahman, M., & Mardesci, H. (2015). Pengaruh perbandingan tepung beras dan tepung tapioka terhadap penerimaan konsumen pada cendol. *Jurnal Teknologi Pertanian*. 4(1), 18-28.
- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Panal, A., Yang, M., dan Rice-Evans, C. (1999). Antioxidant activity applying an improved abts radical cation decolorization assay. *Free Radical Biol. Med.* 26, 1231-1237.
- Rodríguez-Ambriz, S.L.; Islas-Hernández, J.J.; Agama-Acevedo, E.; Tovar, J.; Bello-Pérez, L.A. (2008). Characterization of a fibre-rich powder prepared by liquefaction of unripe banana flour. *Food Chem.* 107, 1515–1521.
- Santoso, B. (2011). *Integrasi pati termodifikasi, surfaktan, protein, dan katekin pada pembuatan edible film*. (Doctoral dissertation, Universitas Sriwijaya).
- Sharma, M., Yadav, D. N., Singh, A. K., & Tomar, S. K. (2015). Rheological and functional properties of heat moisture treated pearl millet starch. *Journal Of Food Science And Technology*. 52(10), 6502–6510.
- Subagio, A. (2006). Ubi kayu substitusi berbagai tepung-tepungan. *Food Review*. 1(3), 18- 22.
- Tajuddin, K. (2022). *Pengembangan produk berbasis tepung beras berkecambah dan tepung tapioka melalui pembuatan bihun*. (Doctoral dissertation, Universitas Hasanuddin).
- Tandrianto, J., Mintoko, D. K., & Gunawan, S. (2014). Pengaruh fermentasi pada pembuatan mocaf (*modified cassava flour*) dengan menggunakan *Lactobacillus plantarum* terhadap kandungan protein. *Jurnal Teknik POMITS*. 3(2), F-143-F145.
- Traynham, T. L., (2007). *Evaluation of Water-Holding Capacity for Wheat–Soy Flour Blends*.
- Tuankotta, A., Kurniaty, N., & Arumsari, A. (2015). Perbandingan kadar protein pada tepung beras putih (*oryza sativa l.*), tepung beras ketan hitam (*oryza sativa l. Glutinosa*), dan tepung sagu (*metroxylon sagu rottb.*) Dengan menggunakan metode kjeldahl. *Prosiding Farmasi*, 109-114.
- Von Loesecke. (1950). *Banana Chemistry, Physiology and Technology*. Interscience Publisher Ld. London.
- Walker, G. M. & Stewart, G. G. (2016). *Saccharomyces cerevisiae* in the production of fermented beverages. *Beverages*. 2(4), 30.
- Wanita, Y. P. & Endang, W. (2013). Pengaruh cara pembuatan mocaf terhadap kandungan amilosa dan derajat putih tepung. *Prosiding Seminar Hasil Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi*. 588-596.
- Zhang, Y., Chen, C., Chen., Y. & Chen, Y. (2019). Effect of rice protein on the water mobility, water migration and microstructure of rice starch during retrogradation. *Food Hydrocolloids*. 91, 136-142.