

**PERUBAHAN MORFOLOGI DAN FISIKOKIMIA TEPUNG UWI  
(*Dioscorea alata*) AKIBAT FERMENTASI ALAMI DAN  
PENGERINGAN**

***MORPHOLOGY AND PHYSICOCHEMICAL CHANGES IN YAM  
(Dioscorea alata) FLOUR DURING NATURAL FERMENTATION AND  
DRYING***

**Erning Indrastuti<sup>1\*</sup>, Harijono<sup>2</sup>, dan Bambang Susilo<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Jurusan Teknologi Pertanian, Politeknik Negeri Pontianak, Jl A Yani Pontianak 78124, Indonesia

<sup>2</sup> Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya  
Jl. Veteran Malang 65145, Jawa Timur, Indonesia

<sup>3</sup> Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya  
Jl. Veteran Malang 65145, Jawa Timur, Indonesia

\*Email korespondensi: [indrastutierning@gmail.com](mailto:indrastutierning@gmail.com)

Diterima 18-09-2023, diperbaiki 04-11-2024, disetujui 13-11-2024

**ABSTRACT**

*This research aims to evaluate the morphological and physicochemical changes in yam flour during simultaneous soaking and drying. Yam tuber slices were soaked for 0, 24, and 48 hours which caused natural fermentation, wet tuber slices were dried in a cabinet dryer for 18 hours at drying temperatures of 40, 50, and 60 °C. Dried yam tuber slices were ground to 100 mesh and continued with analysis of granule morphology, starch content, amylose content, protein content, crude fiber content, pH, titratable acidity, color of yam flour and functional group analysis using ATR-FTIR. The results showed that after 48 hours of fermentation, there were holes on the surface of the starch granules. The presence of holes on the granule surface results in the leaching of amylose, which in turn gives rise to alterations in the physicochemical attributes of starch. The interaction between soaking time and drying temperature had a very significant effect on starch content and colour. The longer the natural fermentation and the higher the drying temperature, the lower the starch content, brightness  $L^*$ , redness\*, and blueness  $b^*$  (-) values. The period of natural fermentation reduces amylose, air-soluble protein, crude fiber, and pH, while increasing titratable acidity. However, drying temperature has little effect. The absence of additional functional groups in the FTIR spectra indicates that the molecular structure of cassava starch practically did not change following natural fermentation and drying. The optimal characteristics of yam flour, resulting from a natural fermentation process lasting 24 hours and subsequent drying at 60°C, include a starch content of 72.02%, a yield of 24.595, an amylose content of 31.07%, a soluble protein content of 2.74%, a crude fiber content of 1.56%, a pH value of 5.88, a titratable acidity of 0.68, solubility of 13.28%, an  $L^*$  value of 67.9, an  $a^*$  value of 3.6, and a  $b^*$  value of -2.*

**Keywords:** drying, natural fermentation, yam flour, yam starch

**ABSTRAK**

Penelitian ini mempunyai tujuan untuk mengevaluasi perubahan morfologi dan fisikokimia tepung uwi selama perendaman dan pengeringan secara simultan. Irisan umbi uwi direndam selama 0, 24, dan 48 jam yang menyebabkan fermentasi alami, irisan umbi basah dikeringkan pada pengering kabinet selama 18 jam pada suhu pengeringan 40, 50, dan 60 °C. Irisan umbi uwi kering

dihaluskan sampai 100 mesh dan dilanjutkan dengan analisis morfologi granula, kadar pati, kadar amilosa, kadar protein, kadar serat kasar, pH, *titratable acidity*, warna tepung uwi dan analisis gugus fungsi menggunakan ATR-FTIR. Hasil penelitian menunjukkan terdapat lubang pada permukaan granula pati hasil fermentasi 48 jam. Keberadaan lubang pada permukaan granula menyebabkan *leaching* amilosa yang menyebabkan perubahan pada karakteristik fisikokimia pati. Interaksi lama perendaman dan suhu pengeringan berpengaruh sangat nyata terhadap kadar pati dan warna. Semakin lama fermentasi alami dan semakin tinggi suhu pengeringan akan menurunkan kadar pati, nilai kecerahan L\*, kemerahan a\* dan kebiruan b\*. Lama fermentasi alami menurunkan amilosa, protein larut air, serat kasar, dan pH, meningkatkan *titratable acidity*, namun tidak dipengaruhi oleh suhu pengeringan. Struktur molekul pati uwi hampir tidak berubah setelah fermentasi alami dan pengeringan, ditunjukkan tidak adanya gugus fungsi baru pada spektra FTIR. Karakteristik tepung uwi yang terbaik dari perlakuan fermentasi alami selama 24 jam dan pengeringan 60 °C dengan kadar pati 72,02%, rendemen, 24,595, kadar amilosa 31,07%, kadar protein larut 2,74%, kadar serat kasar 1,56%, pH 5,88, *titratable acidity* 0,68, kelarutan 13,28%, L\* 67,9, a\* 3,6, b\* -2.

**Kata kunci:** fermentasi alami, pati uwi, pengeringan, tepung uwi

## PENDAHULUAN

Umbi uwi (*Dioscorea alata*) merupakan sumber karbohidrat karena mengandung 60-85% pati (Oliveira et al., 2021) dan merupakan bahan makanan bagi banyak penduduk di daerah tropis. Produksi tahunan uwi dunia tahun 2021 sekitar 75 juta ton (FAO, 2022) dan menempati peringkat keempat tanaman umbi-umbian setelah kentang, singkong, dan ubi jalar. Selain mengandung karbohidrat tinggi, uwi juga mengandung senyawa bioaktif, sehingga selain sebagai tanaman pangan juga sebagai tanaman obat (Wang et al., 2022). Di Kalimantan Barat, pemanfaatan umbi uwi masih terbatas sebagai pengisi sup dan kue. Kadar air umbi uwi segar yang tinggi menyebabkan mudah rusak sehingga perlu pengeringan dan diolah menjadi bentuk tepung. Tepung uwi lebih awet dan penggunaannya lebih luas.

Tepung beras dalam pembuatan lembaran kulit sejenis lumpia (*wrapper/rice paper*) harus mempunyai amilosa yang tinggi. Umbi uwi mempunyai potensi sebagai pengganti beras pada pembuatan *rice paper* karena mempunyai kadar amilosa tinggi yaitu 25,77% (Oliveira et al., 2021), menghasilkan lembaran yang kaku namun rapuh. Dalam beberapa hal sifat alami tepung

perlu dimodifikasi sedemikian rupa sesuai dengan keperluan. Modifikasi dapat dilakukan dengan cara fisik, kimia maupun biologi yaitu fermentasi alami. Fermentasi alami dengan cara perendaman dilaporkan dapat merubah komposisi kimia, indeks glikemik dan karakteristik pati beras (Kale et al., 2015), memperbaiki tekstur dan sifat sensoris mie beras (Srikao et al., 2018), dapat menurunkan sifat pasting pada tepung beras dalam pembuatan *rice paper* (Phothiset & Charoenrein, 2007). Menurut AL-Ansi et al. (2021) fermentasi alami tidak berdampak pada struktur pati jelai (barley), namun dapat menurunkan berat molekul pati, meningkatkan rantai pendek, merubah wilayah amorf dan sifat pasting pati. Fermentasi alami dapat menyebabkan bakteri asam laktat menghasilkan enzim amilase yang merubah granula pati sehingga dapat memodifikasi sifat pati ubi kayu (Indrastuti et al., 2018).

Teknik modifikasi fermentasi alami sudah dilakukan pada beras, jelai dan ubi kayu sehubungan dengan sifat fisikokimia, sedangkan penelitian pada umbi uwi yang dilanjutkan dengan pengeringan pada suhu berbeda sudah dilakukan (Indrastuti et al., 2012) namun belum dilakukan karakterisasi fisikokimia dan morfologi pada tepung uwi. Permasalahan pada umbi

uji yaitu masa simpan yang rendah sehingga perlu dikeringkan dengan suhu yang tepat dan fermentasi alami diharapkan menurunkan kelarutan tepung uwi sehingga kehilangan padatan lebih rendah yang sesuai digunakan sebagai bahan baku *rice paper*. Tujuan penelitian ini adalah mengevaluasi morfologi dan karakteristik tepung uwi akibat pengaruh lama fermentasi alami dan suhu pengeringan.

## METODE PENELITIAN

### Bahan

Umbi uwi yang digunakan dalam penelitian ini adalah uwi lokal Kalimantan Barat (keribang) diperoleh dari desa Punggur, Kabupaten Kubu Raya, Kalimantan Barat. Bahan kimia ( $H_2SO_4$ , NaOH, HCl, larutan Nelson A dan B, arsenomolibdat,  $K_2SO_4$ , etanol) yang digunakan dalam analisis *grade pro analysis* (pa).

### Alat

Penelitian ini menggunakan pengering kabinet listrik, oven Memmert, ayakan Tyler 100 Mesh, color reader Merk Konica, Scanning Electron Microscope (SEM) merk FEI tipe Inspect S50, dan Fourier Transform Infra Red merk Shimadzu.

### Metode Fermentasi Alami

Umbi uwi dibersihkan dari tanah, dikupas, dicuci, dan diiris setebal 2 mm. Irisan uwi direndam dalam air dengan perbandingan irisan uwi dan air 1:2. Fermentasi alami dilakukan sesuai dengan perlakuan yaitu selama 0, 24, dan 48 jam. Setelah fermentasi alami, irisan uwi ditiriskan selama 1 jam. Irisan uwi yang telah tiris dikeringkan dalam oven kabinet pada suhu 40, 50 dan 60 °C selama 18 jam. Irisan umbi uwi yang telah kering digiling dan diayak melewati ayakan 100 mesh menjadi tepung uwi. Tepung uwi dikemas dalam plastik sebelum dianalisis.

### Analisis

Morfologi granula pati dipindai dengan SEM. Analisis fisikokimia dilakukan terhadap tepung uwi yang dihasilkan yaitu kadar protein larut (metode Biuret), serat kasar (AOAC, 2011), pH, amilosa dengan metode spektrofotometri, kadar pati dengan metode hidrolisis asam, titratable acidity (sebagai % asam laktat) (AOAC, 2011) dan kelarutan (Pérez et al., 2021). Kadar pati, amilosa, protein larut, serat kasar dihitung berdasarkan basis kering. Analisis gugus fungsi dilakukan dengan FTIR.

### Analisis Statistik

Perlakuan lama fermentasi dan suhu pengeringan menghasilkan 9 sampel. Masing-masing sampel diulang 3 kali, sehingga diperoleh total 27 sampel. Sampel dianalisis menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) Faktorial. Jika terdapat interaksi antara lama fermentasi dan suhu pengeringan maka dilanjutkan dengan pengujian DMRT ( $\alpha=0,05$ ), namun jika tidak terdapat interaksi dan terdapat perbedaan nyata diantara perlakuan maka dilakukan uji lanjut BNT  $\alpha=0,05$ . Perlakuan terbaik menggunakan metode indeks efektivitas (De Garmo et al., 1984)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Morfologi Granula Pati Uwi

Pengamatan *Scanning Electron Microscope* (SEM) dilakukan untuk memudahkan dalam membandingkan morfologi, sampel tepung uwi pada fermentasi alami 0, 24, dan 48 jam difoto dengan pada perbesaran 1000x (Gambar 1). Perlakuan fermentasi alami memengaruhi morfologi permukaan granula pati uwi, pada granula pati tanpa fermentasi alami dan fermentasi alami 24 jam memiliki permukaan halus tetapi pada granula pati fermentasi alami 48 jam terdapat sedikit lubang pada permukaan granula. Penelitian Indrastuti et al. (2018)

menunjukkan fenomena yang serupa, dimana fermentasi menyebabkan korosi dan terdapat lubang pada permukaan granula pati ubi kayu. Pada perendaman terjadi aktivitas mikroba yang menghasilkan asam yang menghidrolisis permukaan granula pati. Kristalinitas pati uwi adalah tipe B yang memiliki sedikit pori-pori yang terlihat permukaannya (Cornejo-Ramírez et al., 2018), sehingga lebih tahan terhadap degradasi enzimatis.

Pori-pori dalam granula pati dibentuk oleh sisi non-reduksi amilosa dan amilopektin yang menghubungkan bagian dalam ke bagian luar granula (Bertoft, 2017). Pati dapat terkikis tergantung jenis pati dan enzim, pada umumnya  $\alpha$ -amilase adalah enzim yang merusak granula pati. Pada lapisan luar granula pati terdapat beberapa bagian yang kurang kompak, yang dapat terkikis oleh enzim, kemudian enzim membuat saluran ke dalam. Bagian dalam granula pati pada umumnya kurang kompak sehingga terlihat sebagai lubang yang terlihat pada granula pati yang mengalami fermentasi alami 48 jam. Pada fermentasi alami 24 jam kemungkinan mikroba yang tumbuh belum banyak sehingga enzim yang dihasilkan belum mampu membuat lubang pada permukaan granula pati sehingga permukaan granula pati relatif lebih halus dibandingkan granula pati fermentasi alami 48 jam.

### Kadar Pati

Kadar pati penting karena pati merupakan komponen terbesar pada tepung uwi yang dapat mempengaruhi sifat fungsional tepung uwi. Kadar pati tepung uwi yang dihasilkan dalam penelitian ini bervariasi antara 68,81–72,82 %. Kadar pati lebih kecil dari dilaporkan oleh Oliveira et al. (2021) yaitu 77,80%.

Hasil analisis ragam menunjukkan perlakuan lama perendaman dan suhu pengeringan berpengaruh sangat nyata dan terjadi interaksi diantara perlakuan. Tabel

1. memperlihatkan semakin lama fermentasi alami dan semakin tinggi suhu pengeringan akan menurunkan kadar pati. Pada fermentasi alami terjadi proses fermentasi alami, meningkatkan jumlah mikroba baik bakteri, khamir dan kapang (Indrastuti et al., 2018). Mikroba tersebut terutama *Lactobacillus plantarum* menghasilkan enzim amilase (Adetunji et al., 2016). Enzim amilase dapat menurunkan kadar pati karena terhidrolisis menjadi senyawa yang lebih sederhana, sehingga menurunkan kadar pati. Hal ini diperkuat pada morfologi permukaan terdapat granula pati yang berlubang (Gambar 1) yang menunjukkan aktivitas mikroba.

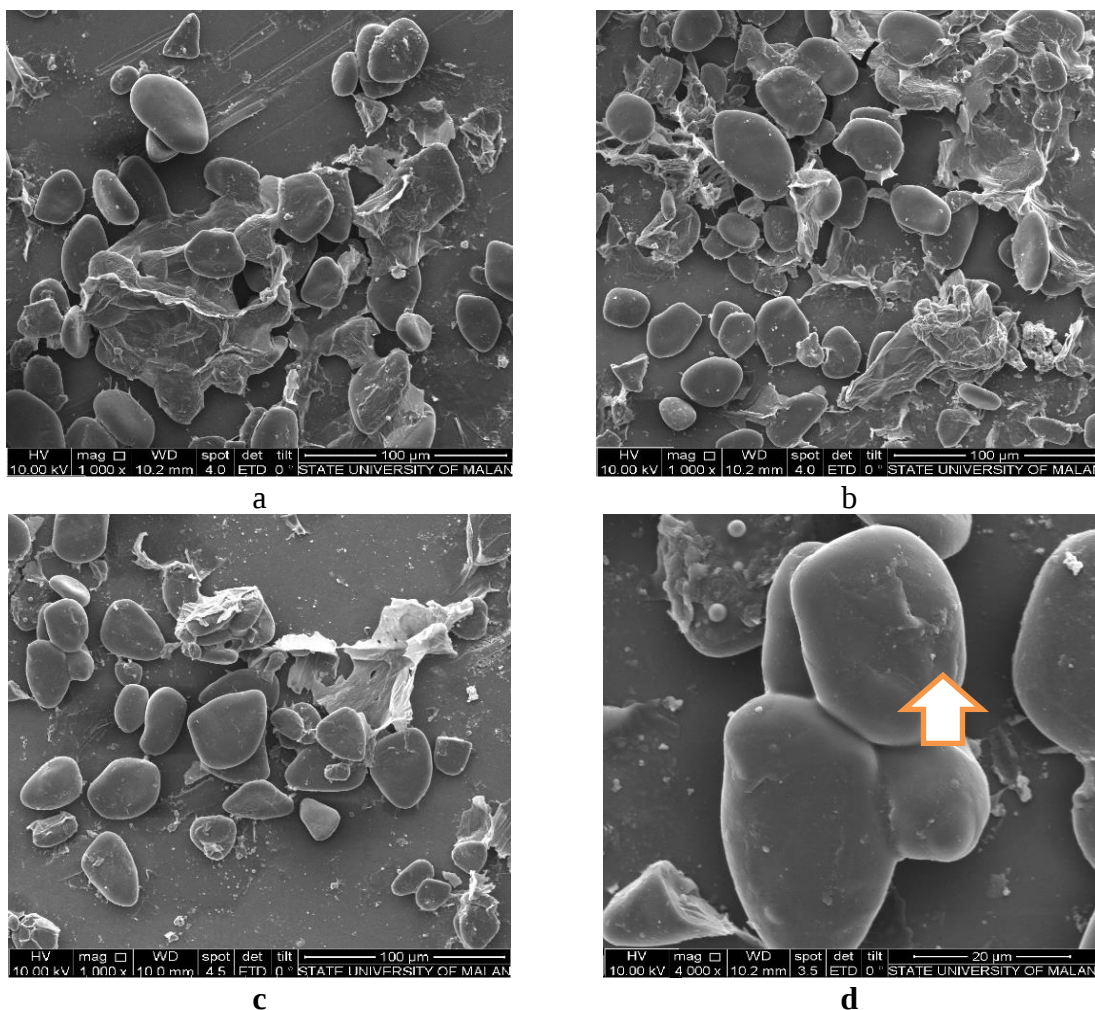
Penurunan kadar pati selain akibat hidrolisis oleh mikroba juga disebabkan lepasnya granula pati ke dalam air rendaman.

Proses pembuatan tepung uwi dilakukan dengan pengirisan yang dapat membuka sel-sel untuk melepaskan granula pati, sehingga saat fermentasi terendam granula pati terlepas masuk ke dalam air rendaman. Aktivitas mikroba yang dapat merusak dinding sel (Adetunji et al., 2016) menambah jumlah granula pati yang masuk ke dalam air rendaman.

**Tabel 1.** Kadar Pati Umbi Uwi

| Lama fermentasi (Jam) | Suhu Pengeringan (°C) | Kadar pati (%) |
|-----------------------|-----------------------|----------------|
| 0                     | 40                    | 71,82±0,25 bc  |
|                       | 50                    | 71,36±0,32 b   |
|                       | 60                    | 72,82±0,21 c   |
| 24                    | 40                    | 72,72±0,15 c   |
|                       | 50                    | 71,81±0,22 bc  |
|                       | 60                    | 72,02±0,32 bc  |
| 48                    | 40                    | 71,23±0,68 b   |
|                       | 50                    | 69,19±1,05 a   |
|                       | 60                    | 68,81±1,00 a   |
| Umbi uwi segar        |                       | 72,85          |

Keterangan: Rerata yang diikuti dengan huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata (DMRT  $\alpha = 0,05$ )



**Gambar 1.** Morfologi Granula Pati Uwi Pada Fermentasi Alami (a) 0 Jam, (b) 24 Jam, (c) 48 Jam Pada Perbesaran 1000 x, (d) Fermentasi Alami 48 Jam Pada Perbesaran 2500 x, Tanda Panah Menunjukkan Lubang Pada Granula Pati

### Rendemen

Rerata rendemen tepung uwi yang dihasilkan dalam penelitian ini bervariasi antara 23,76–25,78%. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan berpengaruh nyata, tetapi tidak terjadi interaksi nyata antara perlakuan lama perendaman dan suhu pengeringan. Perlakuan suhu pengeringan tidak berpengaruh nyata, tetapi perlakuan lama perendaman berpengaruh sangat nyata.

Hal ini diduga proses perendaman menyebabkan hilangnya sebagian komponen seperti protein, pati, serat dan komponen lain. Pengurangan komponen pada bahan yang direndam akan menurunkan rendemen tepung.

### Kadar Amilosa

Kadar amilosa tepung uwi dalam penelitian ini bervariasi antara 29,65–31,91 % (Tabel 2). Kadar amilosa ini lebih besar dari yang dilaporkan oleh Oliveira et al. (2021) yaitu 25,77 %. Penurunan kadar amilosa karena pada proses perendaman terjadi proses fermentasi spontan, dimana terjadi aktivitas mikroba. Menurut Ye et al. (2019), fermentasi terutama mengubah daerah amorf dari granula pati tapi tak banyak berpengaruh pada daerah kristal. Daerah amorf terdiri dari amilosa dan amilopektin rantai pendek.

Penurunan kadar amilosa ini relatif lebih rendah dibandingkan penurunan

kadar pati, hal ini diduga selain berkurangnya amilosa akibat aktivitas enzim amilase, juga naiknya kadar amilosa akibat depolimerisasi amilopektin yang terdapat pada daerah amorf. Menurut (Lu et al., 2005), fermentasi menyebabkan depolimerisasi amilopektin menjadi amilosa rantai pendek. Kadar amilosa yang tinggi diperlukan pada pembuatan *rice paper*.

### Kadar Protein Larut Air

Pada uwi protein juga terdapat pada lendir dimana protein merupakan komponen terbesar lendir (Huang et al., 2020) dan menurut (Aprianita et al., 2009) protein dalam lendir 23,48 %. Protein dalam lendir ini merupakan protein yang larut air, sehingga pada analisis protein digunakan analisis protein larut air.

**Tabel 2.** Kadar Amilosa, Protein Larut Air, Serat Kasar, pH dan *Titrateable Acidity* Tepung Uwi Akibat Fermentasi Alami

| Lama Fermentasi (Jam) | Rendemen | Kadar amilosa (%) | Kadar protein (%) | Kadar serat kasar (%) | pH     | <i>titrateable acidity</i> | Kelarutan |
|-----------------------|----------|-------------------|-------------------|-----------------------|--------|----------------------------|-----------|
| 0                     | 25,78 c  | 31,91 b           | 3,16 b            | 1,69 c                | 6,69 c | 0,52 a                     | 13,53 a   |
| 24                    | 24,59 b  | 31,07 b           | 2,74 a            | 1,56 b                | 5,88 b | 0,68 b                     | 13,29 a   |
| 48                    | 23,76 a  | 29,65 a           | 2,77 a            | 1,51 a                | 5,34 a | 0,92 c                     | 14,54 b   |
| Umbi uwi segar        |          | 32,28             |                   | 1,79                  | -      | -                          | -         |

Keterangan: Rerata yang diikuti dengan huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata pada uji DMRT  $\alpha = 0,05$

Kadar protein larut air tepung uwi yang dihasilkan dalam penelitian ini bervariasi antara 2,77 – 3,16 % (Tabel 2), data ini lebih besar dari kadar protein kasar tepung uwi yang dilaporkan Obadina et al. (2014). Perbedaan kadar protein dipengaruhi oleh lingkungan tumbuh, umur, metode penyimpanan, varietas dan metode analisa.

Perlakuan fermentasi alami irisan umbi mempengaruhi jumlah protein pada tepung yang dihasilkan. Kadar protein menurun seiring dengan semakin lama waktu fermentasi alami. Hal ini disebabkan karena sebagian protein mengalami pelarutan pada saat fermentasi alami. Protein dalam lendir ini merupakan protein yang larut air, sehingga pada saat perendaman lendir akan larut pada air perendam.

### Kadar Serat Kasar

Kadar serat kasar tepung uwi yang dihasilkan dalam penelitian ini bervariasi antara 1,51–1,69% (Tabel 2). Kadar serat

kasar ini sesuai dilaporkan oleh Obadina et al. (2014) yaitu 1,17 – 2,36%.

Semakin lama fermentasi alami akan menurunkan kadar serat tepung uwi. Penurunan kadar serat kasar diduga disebabkan aktivitas mikroba yang mengubah serat kasar atau serat tidak larut menjadi serat larut, yang larut ke dalam air rendaman. Menurut Ogunnaike et al. (2015), beberapa ragi dan jamur menghasilkan enzim selulase yang menghidrolisis selulosa yang merupakan bagian dari serat kasar.

### pH

pH tepung uwi yang dihasilkan dalam penelitian ini bervariasi antara 5,34–6,69. Semakin lama fermentasi alami maka pH semakin berkurang. Data ini sesuai dengan penelitian (Obadina et al., 2014), selama fermentasi alami *Dioscorea alata* terjadi penurunan pH. Fermentasi alami umbi uwi dapat mempengaruhi pH tepung uwi. Menurut (Adetunji et al., 2016), fermentasi alami didominasi oleh

bakteri asam laktat *Lactobacillus plantarum*. Pati dihidrolisis oleh mikroba untuk menjadi gula sederhana. Gula akan digunakan oleh bakteri asam laktat menghasilkan asam laktat, yang menyebabkan penurunan pH.

### **Titrateable Acidity**

*Titrateable acidity* menunjukkan banyaknya asam. *Titrateable acidity* tepung uwi yang dihasilkan dalam penelitian ini bervariasi antara 0,52–0,92. Semakin lama waktu fermentasi alami *titrateable acidity* tepung semakin meningkat. *Titrateable acidity* meningkat seiring dengan penurunan pH tepung uwi. Selama fermentasi alami, pati dihidrolisis menjadi gula sederhana yang digunakan bakteri asam laktat untuk menghasilkan asam laktat yang sehingga meningkatkan keasaman. Bakteri dan khamir memproduksi asam organik yang memberikan rasa, aroma yang unik, dan perubahan tekstur, serta dapat mengendalikan pertumbuhan mikroba pembusuk (Freire et al., 2015).

### **Kelarutan**

Kelarutan adalah jumlah tepung yang terlarut dalam air, kelarutan air berguna dalam formulasi adonan makanan. Rerata kelarutan tepung uwi yang dihasilkan dalam penelitian ini bervariasi antara 12,78–14,69 % data ini sesuai dilaporkan oleh Baah (2009) yaitu 9,2–16,16 %. Hasil analisis ragam menunjukkan perlakuan berpengaruh sangat nyata tetapi tidak terjadi interaksi nyata diantara perlakuan. Perlakuan lama perendaman berpengaruh nyata, sedangkan suhu pengeringan tidak berpengaruh nyata.

Data menunjukkan kelarutan cenderung tidak sama dengan *swelling power*, hal ini diduga pada tepung tanpa direndam mengandung komponen yang mempunyai kelarutan tinggi misalnya lendir dan serat larut air. Kelarutan juga dipengaruhi oleh kadar amilosa dan

pengembangan granula terjadi ketika granula dipanaskan bersama air dan ikatan hidrogen yang menstabilisasi struktur double heliks dalam kristal terputus dan digantikan oleh ikatan hidrogen dengan air.

Tepung non gandum yang baik untuk digunakan sebagai bahan baku mi harus memiliki sifat seperti daya serap air yang tinggi, *swelling volume* dan kelarutan yang rendah, viskositas maksimum yang tinggi dan cepat mengalami retrogradasi (Tam et al., 2004; Tan et al., 2010), memiliki kapasitas emulsi yang baik, tepung yang stabil terhadap panas dan pengadukan bahkan cenderung mengalami peningkatan selama pemanasan serta memiliki persen sineresis yang rendah (Chen, 2003). Mi yang dihasilkan dari tepung dengan karakter seperti disebutkan diatas memiliki cooking loss yang rendah, untaian mi yang kuat dan kompak, elastis serta kelengketan yang rendah (Purwani et al., 2006).

### **Warna**

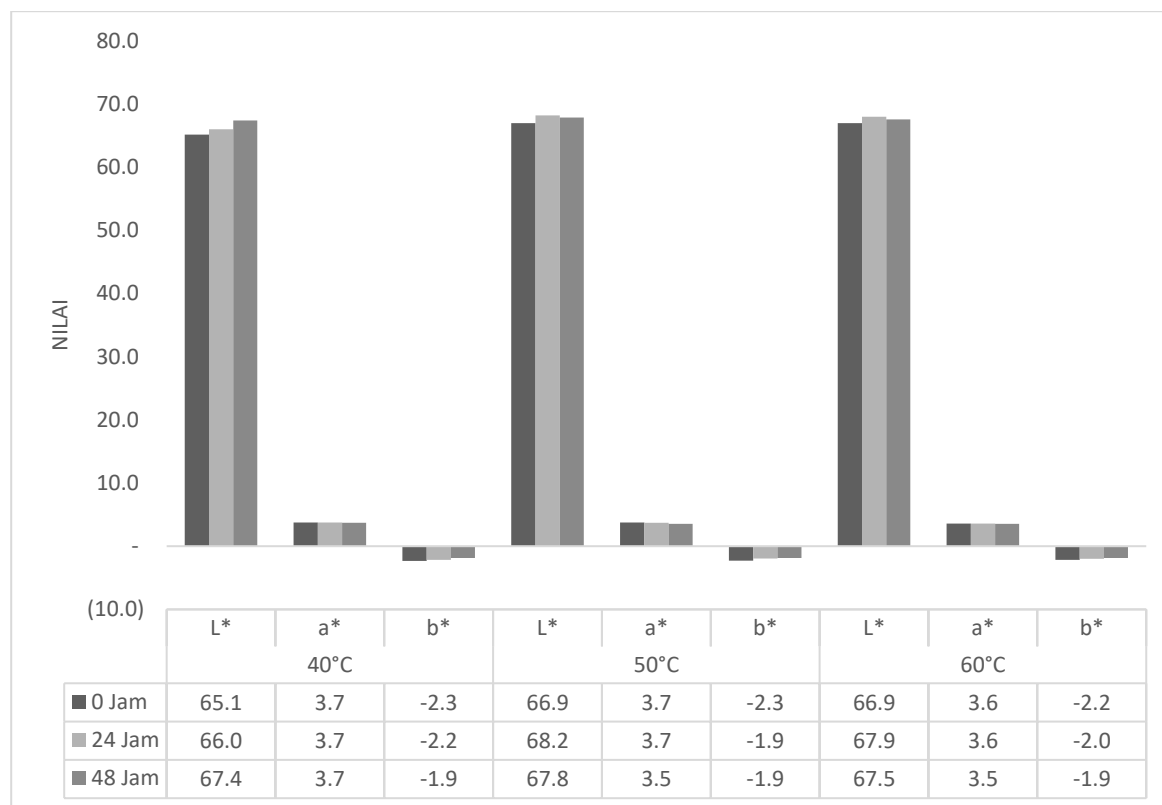
Salah satu faktor penentu mutu suatu produk pangan adalah warna karena dapat menjadi bahan pertimbangan dalam mengkonsumsi suatu produk pangan. Rerata tingkat kecerahan ( $L^*$ ) tepung uwi yang dihasilkan dalam penelitian ini bervariasi antara 65,13 – 67,53. Gambar 2 menunjukkan proses fermentasi alami dan pengeringan dapat mempengaruhi tingkat kecerahan tepung uwi. Tingkat kecerahan dipengaruhi warna tepung, warna ungu yang terdapat pada tepung uwi cenderung menurunkan tingkat kecerahan. Warna ungu pada tepung uwi karena adanya antosianin (Liu et al., 2019).

Tingkat kecerahan tepung uwi meningkat dengan semakin lama fermentasi alami. Hal ini karena antosianin larut dalam air perendaman sehingga dapat mengurangi warna ungu. Tingkat kecerahan tepung uwi meningkat dengan meningkatnya suhu pengeringan hal ini karena suhu pengeringan dapat

mengurangi warna ungu. Antosianin merupakan molekul yang tidak stabil, dapat berubah karena faktor pH, cahaya, suhu, co-pigmentasi, sulfit, asam askorbat, oksigen dan enzim (Enaru et al., 2021). Menurunnya stabilitas warna karena suhu yang lebih tinggi diduga disebabkan terjadinya dekomposisi antosianin dari

bentuk aglikon menjadi kalkon (tidak berwarna) dan akhirnya membentuk alfa diketon yang berwarna coklat.

Perlakuan terbaik yang dianalisis menggunakan indeks efektifitas adalah perlakuan fermentasi alami selama 24 jam dan pengeringan 60 °C.



**Gambar 2.** Nilai Kecerahan (L\*), Kemerahan (a\*) dan Kebiruan (b\*)

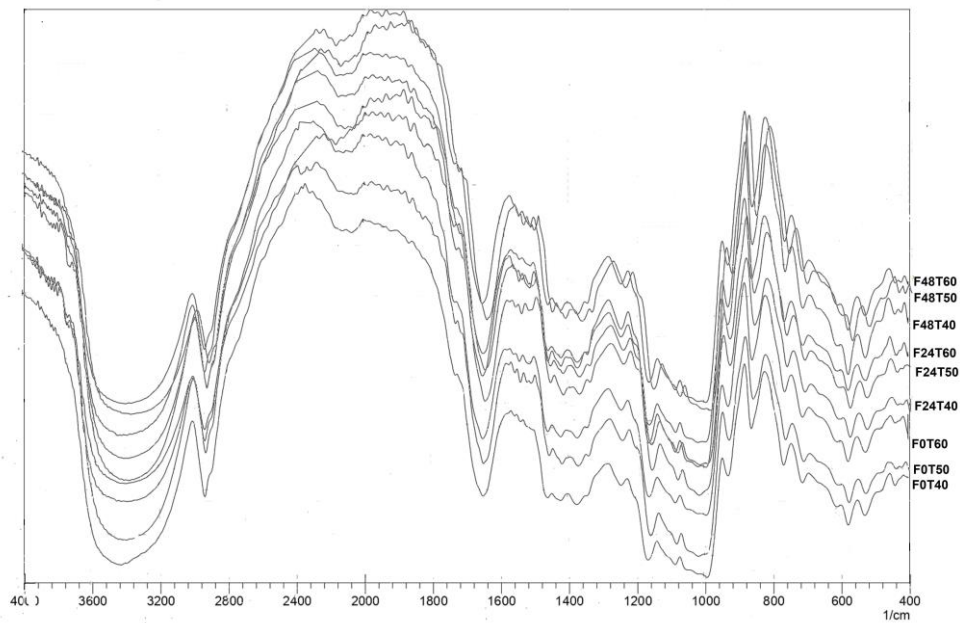
Nilai a (\*) merupakan warna kromatik campuran merah-hijau. Nilai (+) menunjukkan intensitas warna merah, sedangkan (-) menunjukkan intensitas warna hijau. Rerata tingkat kemerahan (a+) tepung uwi yang dihasilkan dalam penelitian ini bervariasi antara 3,53–3,73.

Semakin lama waktu fermentasi alami dan semakin tinggi suhu pengeringan yang diberikan, tepung akan berwarna kurang merah dibandingkan dengan tepung tanpa perlakuan. Hal ini diakibatkan hilangnya sebagian antosianin

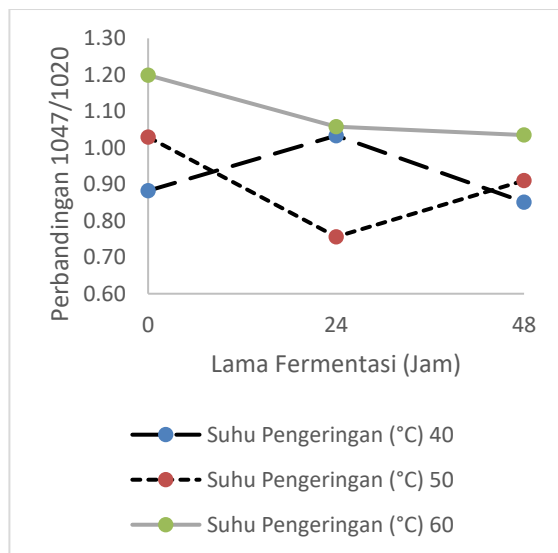
saat fermentasi alami dan kerusakan antosianin akibat suhu pengeringan.

Tingkat kekuningan (b\*) mempunyai kisaran -100 sampai +100. Nilai (+) menunjukkan intensitas warna kuning, sedangkan (-) menunjukkan intensitas warna biru.

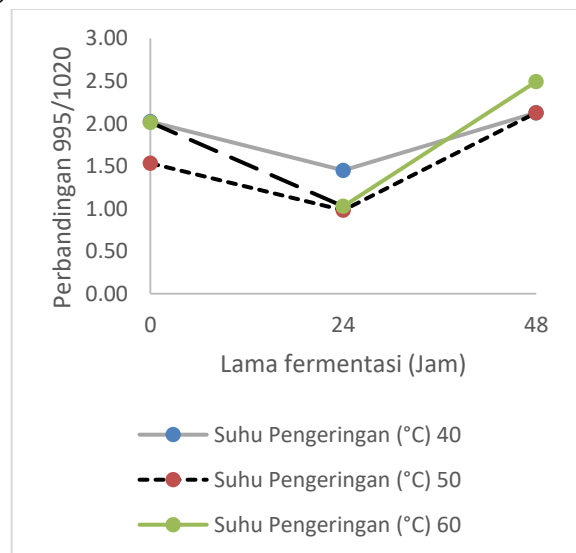
Semakin lamanya waktu fermentasi alami dan semakin tinggi suhu pengeringan tepung akan berwarna kurang biru, hal ini akibat berkurangnya antosianin saat fermentasi alami dan kerusakan antosianin saat pengeringan.



(a)



(b)



(c)

**Gambar 3.** a. Spektra Fourier Transforms Infrared Tepung Uwi Pada Lama Fermentasi Dan Suhu Pengeringan Berbeda. (F0, F24, F48 Perlakuan Fermentasi Selama 0, 24, 48 Jam; T40, T50, T60 Perlakuan Suhu Pengeringan 40, 50, dan 60 °C); 3b. Perbandingan Panjang Gelombang 1047/1020; 3c. Perbandingan Panjang Gelombang 995/1020

### Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR)

Gambar. 3a menunjukkan puncak serapan di daerah bilangan gelombang 4000–500  $\text{cm}^{-1}$  memiliki posisi dan bentuk yang sama dari semua tepung uwi pada berbagai lama fermentasi dan suhu pengeringan. Tidak diperoleh puncak

serapan baru pada spektrum, yang menunjukkan bahwa lama fermentasi dan suhu pengeringan tidak menghasilkan gugus fungsi baru artinya tidak mengubah struktur utama pati uwi. Perbandingan bilangan gelombang 1047/1020  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan tingkat keteraturan molekul dan kristalinitas dalam granula pati.

Perbandingan panjang gelombang 995/1020  $\text{cm}^{-1}$  dapat digunakan untuk menunjukkan proporsi fraksi amorf (Ye et al., 2019). Gambar 3 b dan 3 c menunjukkan penurunan pada struktur kristalin dan amorf, hal ini sesuai dengan penelitian (Alvarez-Ramírez et al., 2019) yang menyatakan perendaman menyebabkan granula pati membengkak disertai dengan *leaching* amilosa dan amilopektin. Hasil penelitian menunjukkan bahwa struktur molekul pati uwi hampir tidak berubah setelah fermentasi alami dan pengeringan.

### KESIMPULAN

Interaksi lama fermentasi alami dan suhu pengeringan memengaruhi kadar pati dan warna (kecerahan  $L^*$ , kemerahan  $a^*$  dan kebiruan  $b^*$ ) tepung uwi. Lama fermentasi memengaruhi morfologi granula pati uwi, kadar amilosa, kadar protein larut air, kadar serat kasar, pH dan *titratable acidity*, sedangkan suhu pengeringan tidak memengaruhinya. Selama fermentasi alami dilanjutkan dengan pengeringan terjadi perubahan pada morfologi dan karakteristik fisikokimia tepung uwi, namun struktur molekul pati uwi tidak banyak dipengaruhi oleh fermentasi alami dan suhu pengeringan.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami ucapkan pada jurusan Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya dan Politeknik Negeri Pontianak yang telah memberikan fasilitas pada pelaksanaan penelitian ini.

### DAFTAR PUSTAKA

Adetunji, A. I., du Clou, H., Walford, S. N., & Taylor, J. R. N. (2016). Complementary Effects of Cell Wall Degrading Enzymes Together With Lactic Acid Fermentation on

Cassava Tuber Cell Wall Breakdown. *Industrial Crops and Products*, 90, 110–117. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2016.06.028>

AL-Ansi, W., Sajid, B. M., Mahdi, A. A., Al-Maqtari, Q. A., AL-Adeeb, A., Ahmed, A., Fan, M., Li, Y., Qian, H., Jinxin, L., & Wang, L. (2021). Molecular Structure, Morphological, and Physicochemical Properties of Highlands Barley Starch as Affected by Natural Fermentation. *Food Chemistry*, 356 (November 2020), 129665. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129665>

Alvarez-Ramírez, J., Vernon-Carter, E. J., Carrillo-Navas, H., & Meraz, M. (2019). Impact of Soaking Time At Room Temperature on The Physicochemical Properties of Maize and Potato Starch Granules. *Starch/Stärke*, 71(3–4), 1–19. <https://doi.org/10.1002/star.201800126>

AOAC. (2011). *Official Methods of Analysis of The AOAC* (18th Ed. R). Association of Official Analytical Chemists.

Aprianita, A., Purwandari, U., Watson, B., & Vasiljevic, T. (2009). Physico-Chemical Properties Of Flours And Starches From Selected Commercial Tubers Available In Australia. *International Food Research Journal*, 16(4), 507–520.

Bertoft, E. (2017). Understanding Starch Structure: Recent Progress. *Agronomy*, 7(3). 325–335. <https://doi.org/10.3390/Agronomy7030056>

Cornejo-Ramírez, Y. I., Martínez-Cruz, O., Del Toro-Sánchez, C. L.,

- Wong-Corral, F. J., Borboa-Flores, J., & Cinco-Moroyoqui, F. J. (2018). The Structural Characteristics of Starches and Their Functional Properties. *CYTA - Journal of Food*, 16(1), 1003–1017. <https://doi.org/10.1080/19476337.2018.1518343>
- De Garmo, E. P., Sullivan, W. G., & Canada, J. R. (1984). *Engineering Economy*. Macmillan.
- Enaru, B., Dreţcanu, G., Pop, T. D., Stănilă, A., & Diaconeasa, Z. (2021). Anthocyanins: Factors Affecting Their Stability and Degradation. *Antioxidants*, 10(12), 1–24. <https://doi.org/10.3390/Antiox10121967>
- FAO. (2022). *Crops And Livestock Products*. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>.
- Freire, A. L., Ramos, C. L., & Schwan, R. F. (2015). Microbiological and Chemical Parameters During Cassava Based-Substrate Fermentation Using Potential Starter Cultures Of Lactic Acid Bacteria and Yeast. *Food Research International*, 76, 787–795. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2015.07.041>
- Huang, R., Xie, J., Yu, Y., & Shen, M. (2020). Recent Progress in The Research of Yam Mucilage Polysaccharides: Isolation, Structure and Bioactivities. *International Journal of Biological Macromolecules*, 155, 1262–1269. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2019.11.095>
- Indrastuti, E., Estiasih, T., Zubaidah, E., & Harijono, H. (2018). Physicochemical Characteristics and in Vitro Starch Digestibility of Spontaneously Combined Submerged and Solid State Fermented Cassava (Manihot Esculenta Crantz) Flour. *Current Nutrition & Food Science*, 14(7). <https://doi.org/10.2174/1573401314666180515112908>
- Indrastuti, Y. E., Estiasih, T., Christanti, R. A., Pulungan, M. H., Zubaedah, E., & Harijono. (2018). Microbial and Some Chemical Constituent Changes of High Cyanide Cassava During Simultant Spontaneous Submerged and Solid State Fermentation of “Gadungan Pohung.” *International Food Research Journal*, 25(2), 487–498.
- Kale, S. J., Jha, S. K., Jha, G. K., Sinha, J. P., & Lal, S. B. (2015). Soaking Induced Changes in Chemical Composition, Glycemic Index And Starch Characteristics of Basmati Rice. *Rice Science*, 22(5), 227–236. <https://doi.org/10.1016/j.rsci.2015.09.002>
- Liu, X., Lu, K., Yu, J., Copeland, L., Wang, S., & Wang, S. (2019). Effect of Purple Yam Flour Substitution For Wheat Flour on in Vitro Starch Digestibility of Wheat Bread. *Food Chemistry*, 284, 118–124. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.01.025>
- Lu, Z. H., Li, L. Te, Min, W. H., Wang, F., & Tatsumi, E. (2005). The Effects of Natural Fermentation On The Physical Properties of Rice Flour And The Rheological Characteristics of Rice Noodles. *International Journal of Food Science And Technology*, 40(9), 985–992. <https://doi.org/10.1111/J.1365-2621.2005.01032.X>
- Obadina, A. O., Babatunde, B. O., & Olotu, I. (2014). Changes in

- Nutritional Composition, Functional, and Sensory Properties of Yam Flour as a Result of Presoaking. *Food Science And Nutrition*, 2(6), 676–681. <https://doi.org/10.1002/Fsn3.150>
- Ogunnaike, A. M., Adepoju, P. A., Longe, A. O., Elemo, G. N., & Oke, O. V. (2015). Effects of Submerged And Anaerobic Fermentations on Cassava Flour (Lafun). *African Journal Of Biotechnology*, 14(11), 961–970. <https://doi.org/10.5897/AJB12.25700>
- Oliveira, A. R., Chaves Ribeiro, A. E., Gondim, Í. C., Alves Dos Santos, E., Resende De Oliveira, É., Mendes Coutinho, G. S., Soares Júnior, M. S., & Caliar, M. (2021). Isolation and Characterization of Yam (*Dioscorea Alata* L.) Starch From Brazil. *Lwt*, 149(May). <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111843>
- Pérez, J., Arteaga, M., Andrade, R., Durango, A., & Salcedo, J. (2021). Effect of Yam (*Dioscorea* Spp.) Starch on The Physicochemical, Rheological, and Sensory Properties of Yogurt. *Heliyon*, 7(1). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.E05987>
- Phothiset, S., & Charoenrein, S. (2007). Morphology and Physicochemical Changes an Rice Flour During Rice Paper Production. *Food Research International*, 40(2), 266–272. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2006.06.002>
- Srikaeo, K., Laothongsan, P., & Lerdluksamee, C. (2018). Effects of Gums on Physical Properties, Microstructure and Starch Digestibility of Dried-Natural Fermented Rice Noodles. *International Journal of Biological Macromolecules*, 109, 517–523. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2017.12.121>
- Wang, P., Shan, N., Ali, A., Sun, J., Luo, S., Xiao, Y., Wang, S., Hu, R., Huang, Y., & Zhou, Q. (2022). Comprehensive Evaluation of Functional Components, Biological Activities, and Minerals of Yam Species (*Dioscorea Polystachya* and *D. Alata*) From China. *Lwt*, 168(September), 113964. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.113964>
- Ye, F., Xiao, L., Liang, Y., Zhou, Y., & Zhao, G. (2019). Spontaneous Fermentation Tunes The Physicochemical Properties of Sweet Potato Starch by Modifying The Structure of Starch Molecules. *Carbohydrate Polymers*, 213 (February), 79–88. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2019.02.077>