

# Ubi Jalar

Teknologi Produksi dan Karakteristik  
Tepung Ubi Jalar Ungu Termodifikasi

Hak cipta pada penulis  
Hak penerbitan pada penerbit  
Tidak boleh diproduksi sebagian atau seluruhnya dalam bentuk apapun  
Tanpa izin tertulis dari pengarang dan/atau penerbit

**Kutipan Pasal 72 :**

Sanksi pelanggaran Undang-undang Hak Cipta (UU No. 10 Tahun 2012)

1. Barang siapa dengan sengaja dan tanpa hak melakukan perbuatan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 ayat (1) atau Pasal (49) ayat (1) dan ayat (2) dipidana dengan pidana penjara masing-masing paling singkat 1 (satu) bulan dan/atau denda paling sedikit Rp. 1.000.000,00 (satu juta rupiah), atau pidana penjara paling lama 7 (tujuh) tahun dan atau denda paling banyak Rp. 5.000.000.000,00 (lima miliar rupiah)
2. Barang siapa dengan sengaja menyiarkan, memamerkan, mengedarkan, atau menjual kepada umum suatu Ciptaan atau hasil barang hasil pelanggaran Hak Cipta atau Hak Terkait sebagaimana dimaksud ayat (1) dipidana dengan pidana penjara paling lama 5 (lima) tahun dan/atau denda paling banyak Rp. 500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah)

**SITI NURDJANAH  
NETI YULIANA**

# Ubi Jalar

Teknologi Produksi dan Karakteristik  
Tepung Ubi Jalar Ungu Termodifikasi

Perpustakaan Nasional RI:  
Katalog Dalam Terbitan (KDT)

**UBI JALAR**  
**TEKNOLOGI PRODUKSI DAN KARAKTERISTIK TEPUNG UBI JALAR UNGU**  
**TERMODIFIKASI**

**Penulis:**  
SITI NURDJANAH  
NETI YULIANA

**Desain Cover & Layout**  
Team Aura Creative

Penerbit  
**AURA**  
**CV. Anugrah Utama Raharja**  
**Anggota IKAPI**  
**No.003/LPU/2013**

XIV+ 71hal : 15,5 x 23 cm  
Cetakan, Januari 2019

**ISBN: 978-623-211-026-7**

**Alamat**  
Jl. Prof. Dr. Soemantri Brojonegoro, Komplek Unila  
Gedongmeneng Bandar Lampung  
HP. 081281430268  
E-mail : redaksiaura@gmail.com  
Website : www.aura-publishing.com

Hak Cipta dilindungi Undang-undang

# KATA PENGANTAR

Puji syukur hanya kehadiran Allah Subhanallahu wa Ta'ala, karena atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya buku ini dapat diselesaikan. Buku ini ditujukan untuk bahan bacaan mahasiswa yang mengambil mata kuliah yang berhubungan dengan teknologi pengolahan bahan berbasis karbohidrat. Buku ini juga dapat digunakan sebagai referensi dalam menulis tugas akhir berupa penelitian dan penulisan skripsi, thesis, disertasi maupun para pemerhati di bidang karbohidrat, pangan fungsional dan kesehatan. Isi buku ini dikompilasi dari hasil studi literatur dan hasil hasil topic penelitian yang didanai yang penulis tekuni beberapa tahun terakhir.

Topik hasil hasil penelitian yang dibahas dalam buku bagian pertama ini difokuskan pada konversi ubi jalar ungu menjadi tepung termodifikasi untuk memperpanjang masa simpan dan mempertahankan kandungan bioaktif serta memperbaiki sifat fungsioannya. Modifikasi tepung ubi jalar ungu dilakukan secara fisik melalui pemanasan, sedang di bagian akhir dibahas teknologi fermentasi unttk modifikasi tepung ubi jalar berdaging putih. Topik topic hasil penelitian lebih lanjut tentang modifikasi tepung ubi jalar ungu dan putih beserta pemanfaat dan fungsi fisiologisnya akan dibahas pada buku yang akan diterbitkan kemudian.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih dan penghargaan kepada Direktorat Riset dan Pengabdian Kepada Masyarakat, Kementerian Riset Teknologi dan Pendidikan Tinggi atas dana hibah penelitian yang diberikan. Ucapan terimakasih juga

kami sampaikan kepada semua pihak yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian, LP2M Universitas Lampung, editor, petugas desain cover dan layout, serta tim penerbit yang telah berperan dalam penerbitan buku ini. Akhirnya penulis mohon maaf atas ketidak sempurnaan isi buku ini, oleh karena itu kritik dan saran akan sangat kami perhatikan.

Bandar Lampung, Desember 2018

Penulis

Siti Nurdjanah

Neti Yuliana

# DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>x</b>
<b>I. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
<b>II. UBI JALAR .....</b>	<b>3</b>
2.1. Produksi dan Sentra Produksi Ubi Jalar .....	3
2.2. Komposisi Kimia Ubi Jalar .....	5
2.2.1. Karbohidrat .....	6
2.2.2. Pati.....	7
2.2.3. Gula .....	7
2.2.4. Polisakarida non-pati .....	7
2.3. Manfaat Ubi Jalar .....	8
2.4. Limbah Ubi Jalar .....	9
2.5. Jenis-Jenis Ubi Jalar .....	10
<b>III. UBI JALAR UNGU DAN MANFAATNYA.....</b>	<b>15</b>
3.1. Antosianin Ubi Jalar Ungu .....	16

3.2. Struktur Antosianin .....	19
3.3. Kandungan Antosianin .....	20
<b>IV. TEPUNG UBI JALAR UNGU TRADISIONAL DAN TERMODIFIKASI.....</b>	<b>21</b>
4.1. Tepung Ubi Jalar Ungu Tradisional .....	21
4.2. Tepung Ubi Jalar Ungu Tergelatinisasi Sebagian .....	23
4.2.1. Pati Alami.....	25
4.2.2. Gelatinisasi Pati.....	26
4.2.3. Pati Termodifikasi.....	28
4.2.4. Karakteristik Tepung Ubi jalar Ungu Tergelatinisasi Sebagian.....	33
<b>V. MODIFIKASI TEPUNG UBI JALAR BERDAGING PUTIH....</b>	<b>45</b>
5.1. Secara Fermentasi Laktat .....	45
5.2. Secara Fermentasi dengan Khamir <i>Saccharomyces Cerevisiae</i> .....	47
<b>VI. FUNGSI FISILOGI UBI JALAR.....</b>	<b>49</b>
6.1. Aktifitas Antioksidan.....	49
6.2. Aktivitas Antikanker .....	50
6.3. Aktivitas hypoglisemik.....	51
6.4. Antiobesitas .....	52
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>54</b>



# DAFTAR TABEL

1. Proyeksi produksi ubi jalar di Indonesia .....	4
2. Kandungan proksimat ubi jalar per 100 g berat segar .....	5
3. Kandungan vitamin dan mineral ubi jalar per 100 g berat segar .....	6
4. Komponen serat pangan ubi jalar .....	8
5. Beberapa varietas dan klon ubi jalar ungu yang dicantumkan dalam literature .....	17
6. Kandungan kimia tepung ubi jalar ungu.....	22
7. Total anosianin tepung ubi jalar ungu termodifikasi.....	34
8. Kapasitas antioksidan tepung ubi jalar ungu termodifikasi secara gelatinisasi parsial.....	35
9. Karakteristik pasta tepung ubi jalar ungu termodifikasi.....	36
10. Swelling power tepung ubi jalar ungu termodifikasi secara gelatinisasi parsial .....	42
11. Kelarutan ( <i>solubility</i> ) tepung ubi jalar ungu Tergelatinisasi sebagian.....	42
12. Kadar pati tepung ubi jalar ungu tergelatinisasi sebagian.....	43
13. Kadar amilosa tepung ubi jalar ungu tergelatinisasi sebagian.....	44

# DAFTAR GAMBAR

1. Struktur utama antosianin pada umbi ubi jalar ungu.....	19
2. Sturktur kimia amilosa dan amilopektin .....	25
3. Skema pati tergelatinisasi.....	27
4. Pengering drum berputar menggunakan bahan bakar kayu.....	32
5. Diagram alir pembuatan tepung ubi jalar ungu tergelatinisasi sebagian.....	32
6. Bentuk kurva yang dihasilkan dari pengukuran sifat-sifat amylografi tepung ubi jalar ungu menggunakan Brabender Micro Viscoamylograph.....	37
7. Morfologi granula pati ubi jalar ungu perbesaran 500 X.....	39
8. Morfologi granula pati ubi jalar ungu perbesaran 2000 X.....	39
9. Morfologi granula tepung ubi jalar ungu tanpa pemanasan perbesaran 500 X.....	39
10. Morfologi granula pati ubi jalar ungu tanpa pemanasan perbesaran 2000 X.....	39
11. Morfologi granula pati ubi jalar ungu dipanaskan 15 menit perbesaran 500 X.....	39
12. Morfologi granula pati ubi jalar ungu dipanaskan 15 menit perbesaran 2000 X.....	39

13. Morfologi granula pati ubi jalar ungu dipanaskan 30 menit perbesaran 500 X.....	40
14. Morfologi granula pati ubi jalar ungu dipanaskan 30 menit perbesaran 2000 X .....	40
15. Morfologi granula pati ubi jalar ungu dipanaskan 45 menit perbesaran 500 X.....	40
16. Morfologi granula pati ubi jalar ungu dipanaskan 45 menit perbesaran 2000 X .....	40
17. Morfologi granula pati ubi jalar ungu dipanaskan 60 menit perbesaran 500 X.....	41
18. Morfologi granula pati ubi jalar ungu dipanaskan 60 menit perbesaran 2000 X .....	41
19. Morfologi granula pati ubi jalar ungu dipanaskan 75 menit perbesaran 500 X.....	41
20. Morfologi granula pati ubi jalar ungu dipanaskan 75 menit perbesaran 2000 X .....	41



# TEKNOLOGI PRODUKSI DAN KARAKTERISTIK TEPUNG UBI JALAR UNGU TERMODIFIKASI



# BAB I.

## PENDAHULUAN

Ubi jalar (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) merupakan tanaman tradisional yang sangat penting fungsinya terutama di negara-negara berkembang. Menurut FAO (2011), ubi jalar adalah salah satu dari tujuh tanaman di dunia yang menghasilkan lebih dari 105 ratus juta metrik ton produk makanan yang dapat dimakan di dunia setiap tahunnya. Negara-negara penghasil utama adalah Cina, Federasi Rusia, India, Ukraina dan Amerika Serikat dengan produksi pada tahun 2009 sekitar 329.581 juta ton. Diantara negara-negara produsen ubi jalar, Cina merupakan negara penghasil terbesar yaitu 80 hingga 85% dari total produksi ubi jalar di dunia (FAO, 2011).

Ubi jalar adalah salah satu tanaman pangan penting akan tetapi belum dieksploitasi secara optimum. Dengan produksi tahunan lebih dari 133 juta metrik ton, ubi jalar menduduki peringkat sebagai tanaman pangan terpenting kelima berdasarkan berat segar di negara-negara berkembang setelah beras, gandum, jagung, dan singkong (Scott and Maldonado, 1999; Grant, 2003).

Ubi jalar mempunyai peran yang bervariasi dalam diet manusia baik sebagai makanan tambahan maupun sebagai makanan pokok berbagai negara seperti Papua Nugini, beberapa bagian Filipina, Tonga dan Kepulauan Solomon (Sosinski *et al.*, 2001). Ubi jalar dilaporkan dapat digunakan untuk mensubstitusi penggunaan terigu dalam pembuatan roti atau makanan lainnya berbasis terigu. Hal ini sangat menguntungkan karena dapat mengurangi impor terigu

(Katan and De Roos, 2004). Ubi jalar adalah tanaman pangan yang sangat efisien dan menghasilkan lebih banyak bahan kering, protein dan mineral per satuan luas dibandingkan dengan sereal (Woolfe, 1992). Selain sebagai sumber bahan pangan yang kaya pati, ubi jalar mengandung metabolit sekunder dan molekul kecil berperan penting dalam berbagai proses (Friedman, 1997). Ubi jalar banyak mengandung senyawa bioaktif yang menguntungkan bagi kesehatan, oleh karena itu, sangat dikehendaki dalam makanan manusia dan dapat sebagai makanan fungsional (Katan and De Roos, 2004).

Ubi jalar dibudidayakan secara luas di dunia, akan tetapi hanya sekitar satu persen dari produksi memasuki perdagangan dunia dengan Kanada, Inggris, Prancis dan Belanda menjadi negara pengimpor utama (Katan and De Roos, 2004). Amerika Serikat adalah eksportir terbesar ubi jalar yang menyumbang 35% dari perdagangan dunia. Eksportir lainnya adalah Cina (12%), Israel (9%), Prancis (7%), Indonesia (6%) dan Belanda / Prancis (5%).



## **BAB II.**

# **UBI JALAR**

### **1.1 Produksi dan Sentra Produksi Ubi Jalar**

Produksi ubi jalar di Indonesia, menurut Pusdatin Kementerian Pertanian, menunjukkan peningkatan selama 1995 - 2016 cenderung mengalami peningkatan sebesar 2,81% per tahun. Produktivitas pada tahun 1995 adalah 95,00 ku/ha dan pada tahun 2016 meningkat menjadi 168,18 ku/ha. Sedangkan perkembangan produktivitas selama lima tahun terakhir meningkat sebesar 4,83%. Volume ekspor ubi jalar tahun 2003 - 2016 rata-rata meningkat sebesar 91,47% per tahun, demikian halnya dengan nilai ekspornya yang meningkat sebesar 108,35% per tahun. Ekspor ubi jalar Indonesia dalam bentuk ubi jalar beku dan ubi jalar selain beku di ekspor terutama ke Malaysia, Jepang, Korea dan Singapore. Perkembangan volume impor ubi jalar pada periode 2003 - 2016 sebesar 117,86% per tahun, lebih tinggi dari pertumbuhan nilai impor ubi jalar yakni sebesar 108,59% per tahun. Impor ubi jalar Indonesia umumnya dalam bentuk pati ubi jalar beku dan selain beku terutama berasal dari Cina dan Singapore. Prediksi permintaan ubi jalar tahun 2016 -2020 untuk konsumsi langsung atau konsumsi ubi jalar tingkat rumah tangga diperkirakan akan mengalami kenaikan dengan pertumbuhan 4,55/tahun, untuk itu perlu diimbangi dengan peningkatan produksi (Kementerian Pertanian, 2016).

Produksi ubi jalar di Indonesia berfluktuasi dan mengalami peningkatan. Tahun 2012 hingga 2016, perkembangan produksi ubi jalar menurun rata-rata 4,14% per tahun. Tabel 1 menunjukkan proyeksi produksi ubi jalar di Indonesia tahun 2014 - 2015 serta proyeksi produksi sampai tahun 2020.

Tabel 1. Proyeksi produksi ubi jalar di Indonesia

Tahun	Luas Panen (hektar)	Produktivitas (Ku/Ha)	Produksi (Ton)
2014	156.758	152,00	2.382.658
2015	143.125	160,53	2.297.634
2016*)	124.426	168,18	2.092.596
2017**)	139.359	177,00	2.466.698
2018**)	137.802	186,31	2.567.334
2019**)	134.043	196,12	2.628.807
2020**)	131.541	206,46	2.715.825

Sumber: BPS diolah Pusdatin, 2016

\*) Aram II

\*\*\*) proyeksi Pusdatin

Sentra produksi ubi jalar di Indonesia tersebar di pulau Sumatra, Jawa, Bali, Kalimantan, Sulawesi, Nusa Tenggara dan Papua (Tabel 2). Provinsi Lampung merupakan salah satu propinsi penghasil ubi jalar di Indonesia. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (2016), produksi ubi jalar di Propinsi Lampung mulai tahun 2011 - 2015 berada di urutan 10 - 12 penghasil ubi jalar di Indonesia dengan hasil pertahun mencapai 47.239 ton hingga 47.408 ton. Produksi ubi jalar di Propinsi Lampung mulai tahun 2011 - 2014 menyumbang sekitar 2% (47.735 - 49.669. ton) dari produksi ubi jalar nasional (2.386.729 - 2.483.460 ton) per tahun.

## 1.2 Komposisi Kimia Ubi Jalar

Komposisi kimia dari ubi jalar bervariasi tergantung pada faktor-faktor seperti kultivar, lokasi, kondisi pertumbuhan, panen dan praktik penyimpanan (Bouwkamp, 1985; Bradbury, 1988; Woolfe, 1992). Komposisi kimia dari ubi jalar sebagaimana dilaporkan oleh berbagai peneliti ditunjukkan pada Tabel 2 dan 3.

Cereda *et al.* (1982) melaporkan kandungan bahan kering dari 18 kultivar Brasil berkisar antara 22,9% dan 48%. Bahan kering ini terdiri dari karbohidrat (pati dan polisakarida non-pati, dan gula), protein, lipid, abu, vitamin, asam organik, dan komponen kecil lainnya (Woolfe, 1992).

Tabel 2. Kandungan proksimat ubi jalar per 100 g berat segar

Komposisi	Paul <i>et al.</i> (1979)	Bradbury (1988)
Air (g)	70.0	71.1
Energi (kJ)	387	438
Protein (g)	1.2	1.43
Lemak (g)	0.6	0.17
Abu (g)	Not available	0.74
Pati (g)	11.8	20.1
Total Gula(g)	9.7	2.38
Karbohidrat by difference (g)	Not available	Not available
Serat Pangan(g)	2.5	1.64

Tabel 3. Kandungan vitamin dan mineral ubi jalar per 100 g berat segar

Component	Paul et al. (1979)	Bradbury (1988)
Vitamin A (sebagai retinol)	0.7	0.01
Thiamine (mg)	0.2	0.1
Riboflavin (mg)	0.06	0.03
Nicotinic acid (mg)	0.8	0.6
Vitamin C (mg)	25	24
Total calcium (mg)	22	29
P (mg)	47	51
Mg (mg)	13	26
Na (mg)	19	52
K (mg)	320	260
S (mg)	16	13
Fe (mg)	0.7	0.5
(Cu (mg)	0.2	0.2
Zn (mg)	Not available	0.6
Mn (mg)	Not available	0.1
Al (mg)	Not available	0.8
B (mg)	Not available	0.1

### 2.2.1. Karbohidrat

Karbohidrat, unsur utama bahan kering ubi jalar, terutama terdiri dari pati dan gula dan sejumlah polisakarida non-pati yang lebih rendah seperti pektin, selulosa, dan hemiselulosa (Woolfe, 1992).

### **2.2.2. Pati**

Pati adalah komponen paling penting dari bahan ubi jalar kering. Kandungan pati terutama dipengaruhi oleh faktor genetik dan lingkungan, serta penyimpanan dan persiapan sampel (Bouwkamp, 1985). Kandungan pati di antara enam genotipe yang tumbuh terutama di Guangdong, Cina, antara 49,6 - 73,6% (Zhang *et al.*, 2002), dan antara 33,2 - 72,9% untuk kultivar Filipina dan Amerika (Truong *et al.*, 1986) berdasarkan berat kering. Berdasarkan bobot segar, kandungan pati beberapa ubi jalar yang ditanam di Bogor, Indonesia adalah antara 13,3 - 16% (Suismono, 1995).

### **2.2.3. Gula**

Selain pati, bahan-bahan ubi jalar kering mengandung gula (10-22,4%) (Shen and Steerling, 1981; Woolfe, 1992). Gula utama yang ditemukan dalam umbi segar adalah sukrosa, glukosa, dan fruktosa. Maltosa juga telah dilaporkan, tetapi ini Woolfe (1992) menyatakan bahwa maltosa hanya terjadi pada umbi rebus akibat hidrolisis pati. Oligosakarida seperti rafinosa tidak ditemukan dalam sampel akar dari Papua Nugini atau Kepulauan Solomon (Bradbury, 1985), namun, Truong *et al.* (1986) melaporkan keberadaan sejumlah kecil rafinosa dalam Pilipino mentah dan kultivar Amerika.

### **2.2.4. Polisakarida non-pati**

Komponen karbohidrat polisakarida non-pati termasuk zat pektik, hemiselulosa dan selulosa. Senyawa ini juga diklasifikasikan sebagai serat makanan, yang merupakan salah satu komponen nutrisi penting dari ubi jalar. Kandungan serat pangan dari kultivar ubi jalar dirangkum dalam Tabel 4.

Zat pektik, di samping kontribusinya terhadap serat makanan, juga memainkan peran penting dalam sifat tekstur seperti kekompakan daging ubi yang dikalengkan (Baumgardner and Scott, 1963; Sistrunk, 1971) dan tekstur ubi jalar yang berair atau kering ketika dipanggang/dibakar. Pectin juga telah dilaporkan sebagai

salah satu faktor yang bertanggung jawab atas fenomena *hardcore* dari akar ubi jalar. *Hardcore* adalah gangguan yang disebabkan oleh akar mentah sebagai akibat dari suhu penyimpanan yang rendah, dan memanifestasikan dirinya pada saat ubi direbus, bagian tengah (*core*) tetap mengeras (Buesher *et al.*, 1976).

Tabel 4. Komponen serat pangan ubi jalar

Komponen (% berat segar)	Shen and Sterling (1981)	Noda <i>et al.</i> (1994)	Salvador <i>et al.</i> (2000)
Pektin	0.5	0.6	0.8
Hemisellulosa	4.9	0.2	0.2
Sellulosa	3.3	0.8	1.0
Lignin	-	-	-

### 1.3 Manfaat Ubi Jalar

Pemanfaatan ubi jalar bervariasi antar daerah. Ubi jalar digunakan untuk makanan, pakan dan keperluan industri. Di negara-negara berkembang, ubi jalar terutama ditanam sebagai makanan pokok untuk menggantikan nasi dan jagung. misalnya, di Filipina dianggap sebagai salah satu sumber makanan paling penting karena relatif murah tetapi sumber karbohidrat, vitamin A, kalsium, dan fosfor yang sangat baik. Ubi jalar, sebagaimana hasil pertanian segar berkadar air tinggi mudah tidak tahan lama selama penyimpanan. Oleh karena itu pemrosesan ubi jalar menjadi bentuk yang lebih stabil seperti keripik, tepung, atau pati, sangat direkomendasikan sebagai alternatif untuk mengatasi masalah tentang penyimpanan dan transportasi (Peters and Wheatley, 1997; Owori and Agona 2003). Tepung ubi jalar memiliki potensi untuk membuat berbagai produk makanan seperti makanan yang dipanggang (roti, kue, biskuit), donat, makanan sarapan (bubur instan, renyah, produk jenis serpihan), produk jenis mie atau pasta,

saus (kecap), dan pembuatan bir tambahan (Van Hal, 2000; Mais and Brennan 2008). Selain produk produk tersebut, ubi jalar juga dapat difermentasi menjadi kecap, cuka, lactojuices, lactopickles, dan sochu (minuman beralkohol yang diproduksi di Jepang), dan ubi dapat difermentasi menjadi tepung fermentasi

Kualitas tepung secara fungsional penting untuk menentukan kegunaannya dalam aplikasi makanan. Kondisi pemrosesan telah dibuktikan mempengaruhi sifat fungsional tepung, misalnya, proses panas telah dilaporkan mempengaruhi sifat fungsional tepung talas (Tagodoe and Nip, 1994), sementara suhu pengeringan, prosedur penggilingan dan ukuran partikel mempengaruhi profil gelatinisasi tepung singkong (Fernandez *et al.*, 1996). Faktor-faktor yang telah dilaporkan mempengaruhi kualitas tepung ubi jalar adalah varietas (Osundahunsi *et al.*, 2003; Aina *et al.*, 2009), langkah-langkah pemrosesan (Van Hal, 2000), serta metode pemrosesan seperti pratanak (Osundahunsi *et al.*, 2003), blanching (Jangchud *et al.*, 2003), teknik pengeringan (Yadav *et al.*, 2006) dan peeling, pretreatment dan suhu pengeringan (Maruf *et al.*, 2010<sup>a,b</sup>).

#### **1.4 Limbah Ubi Jalar**

Limbah ubi jalar terutama berasal dari residu pembuatan pati. Residu pati dilaporkan mengandung pati, selulosa, hemiselulosa, pektin, abu dan zat-zat minor lainnya seperti protein dan lemak (Yokoi *et al.*, 2002). Di Cina, residu pati digunakan untuk memberi makan babi, sedangkan di Jepang dan Korea sebelumnya digunakan untuk produksi asam sitrat melalui fermentasi oleh *Aspergillus niger*. Namun, karena produksi asam sitrat telah menurun, sebagian besar residu pati dibuang dan ini telah menyebabkan masalah lingkungan yang serius (Yokoi *et al.*, 2002; Kim *et al.*, 2002). Oleh karena itu, penemuan metode baru untuk mengubah residu pati ubi jalar menjadi produk bernilai tambah merupakan bidang penelitian dan pengembangan yang penting. Salah satu jalan penelitian tersebut adalah produksi pektin untuk aplikasi makanan. Nurdjanah *et al.* (2013) melaporkan bahwa ampas pati ubi jalar mengandung pektin sampai 30% tergantung metode ekstraksinya.

## 1.5 Jenis Jenis Ubi Jalar

Varitas varitas ubi jalar yang telah dibudidayakan berbeda antara satu dengan yang lain sehubungan dengan warna kulit akar (putih, krem, coklat, kuning, merah atau ungu), warna daging (putih, krem, kuning, oranye atau ungu kemerahan), ukuran dan bentuk akar dan daun, masa simpan, resistensi terhadap penyakit, tekstur umbi yang telah dimasak (kering atau lunak dan lembab) (Kay, 1973; Bouwkamp, 1985; Wolfe, 1992), dan komposisi kimia (Bradbury, 1988). Meskipun penggolongan masih diperdebatkan, pada umumnya berbagai jenis ubi jalar dapat dibagi menurut umurnya (genjah dan panjang), bentuk daunnya (menjari atau bulat lonjong), dan warna umbinya (putih, krem, kuning, orange, dan ungu).

Menurut Litbang Pertanian dan berbagai sumber lainnya (Taruna Tani Sumber Mulyo, 2016) berbagai jenis Varietas Ubi Jalar beserta keunggulannya yang sudah didaftarkan adalah sebagai berikut:

### 1. Ubi Jalar Daya (1993)

Keunggulan: Potensi hasil antara 20-35 ton/ha, umur panen 110 hst, rasa ubi manis, tahan terhadap penyakit kudis/scab.

### 2. Ubi Jalar Prambanan (1993)

Keunggulan: Potensi hasil antara 25-35 ton/ha, umur panen 135 hst, rasa ubi enak dan manis, tahan terhadap penyakit kudis/scab.

### 3. Ubi Jalar Borobudur (1993)

Keunggulan: Potensi hasil antara 25-35 ton/ha, umur panen 120 hst, rasa ubi manis, tahan terhadap penyakit kudis/scab.

### 4. Ubi Jalar Mendut (1993)

Keunggulan: Potensi hasil antara 25-35 ton/ha, umur panen 125 hst, rasa ubi manis, tahan terhadap penyakit kudis/scab.



**5. Ubi Jalar Kalasan (1993)**

Keunggulan: Potensi hasil 31,2-42,5 ton/ha atau rata-rata 40 ton/ha, umur panen 95-100 hst, rasa ubi agak manis, tekstur sedang dan agak berair, varietas agak tahan terhadap hama penggerek ubi, varietas ini cocok ditanam didaerah kering sampai basah, dan dapat beradaptasi dilahan marjinal.

**6. Ubi Jalar UJ-3 (2000)**

Keunggulan: Potensi hasil antara 20-35 ton/ha, umur panen 8-10 bulan, bentuk umbi mencengkeram, rasa umbi pahit, agak tahan terhadap penyakit CBB.

**7. Ubi Jalar UJ-5 (2000)**

Keunggulan: Potensi hasil antara 25-38 ton/ha, umur panen 9-10 bulan, kadar pati 19-30%, kadar air 60,06%, kadar abu 0,11% dan kadar serat 0,07%, rasa umbi pahit, agak tahan terhadap penyakit CBB.

**8. Ubi Jalar Cilembu (2001)**

Keunggulan: Potensi hasil antara 20 ton/ha, umur panen 5-7 bulan, warna daging mentah krem kemerahan/ kuning, rasa enak, manis dan bermadu, bentuk umbi panjang, bobot bahan kering/rendeman umbi tinggi, tahan terhadap penyakit kudis/scab, dan hama lanas/penggerek, cocok ditanam pada lahan sawah tadah hujan setelah tanaman padi pada elevasi 800-1000 mdpl.

**9. Ubi Jalar Sari (2001)**

Keunggulan: Potensi hasil antara 30-35 ton/ha, umur panen 3,5-4 bulan, warna daging umbi kuning tua, rasa umbi enak dan manis, agak tahan terhadap hama boleng dan tahan hama penggugung daun, tahan terhadap penyakit kudis, bercak daun.

**10. Ubi Jalar Boko (2001)**

Keunggulan: Potensi hasil antara 25-30 ton/ha, umur panen 4-5 bulan, warna daging umbi krem, rasa umbi enak dan manis, tahan terhadap hama boleng, dan penggulung daun dan tahan terhadap penyakit toleran kudis, dan bercak daun.

**11. Ubi Jalar Sukuh (2001)**

Keunggulan: Potensi hasil 25-30 ton/ha, umur panen 4-4,5 bulan, warna daging umbi putih, agak tahan terhadap hama boleng dan penggulung daun, dan tahan terhadap penyakit kudis dan bercak daun.

**12. Ubi Jalar Jago (2001)**

Keunggulan: Potensi hasil antara 25-30 ton/ha, umur panen 4-4,5 bulan, warna daging kuning muda, rasanya enak, agak tahan terhadap hama boleng dan tahan hama penggulung daun, agak tahan terhadap penyakit kudis dan bercak daun.

**13. Ubi Jalar Sewu (-)**

Keunggulan: Potensi hasil panen sebesar 30 ton/ha, umur panen 4 bulan, warna ubi kuning muda, rasanya agak enak dan manis, tahan hama boleng, dan tahan penyakit kudis.

**14. Ubi Jalar Cangkuang (-)**

Keunggulan: Potensi hasil panen sebesar 32 ton/ha, umur panen 4 bulan, warna umbi putih, rasa ubi enak dan manis, agak tahan hama boleng, tahan penyakit kudis dan bahan kering tinggi.

**15. Ubi Jalar Malang 4 (2001)**

Keunggulan: Ukuran umbi besar, umur panen 9 bulan, agak tahan terhadap tungau merah dan adaptif terhadap hara sub-optimal.

**16. Ubi Jalar Malang 6 (2001)**

Keunggulan: Ukuran umbi sedang, umur panen 9 bulan, agak tahan terhadap tungau merah dan adaptif terhadap hara sub-optimal.

**17. Ubi Jalar Kidal (2001)**

Keunggulan: Potensi hasil antara 25-30 ton/ha, umur panen 4-4,5 bulan, daging umbi kuning tua, rasanya enak dan manis, agak tahan hama boleng dan hama penggulung daun, tahan terhadap penyakit kudis dan bercak daun.

**18. Ubi Jalar Papua Solossa (2006)**

Keunggulan: Umur panen didataran tinggi 6 bulan, potensi hasil didataran tinggi sebesar 30 ton/ha, tahan terhadap penyakit kudis dan agak peka hama boleng, agak toleran kekeringan, dianjurkan pada lahan sawah dan tegalan didaerah pegunungan dengan ketinggian tempat minimal 1000 m dpl

**19. Ubi Jalar Papua Patippi (2006)**

Keunggulan: Umur panen didataran tinggi 6 bulan, potensi hasil didataran tinggi sebesar 32,5 ton/ha, agak tahan penyakit kudis dan agak peka terhadap hama boleng, agak toleran kekeringan, dianjurkan pada lahan sawah dan tegalan daerah pegunungan dengan ketinggian tempat minimal 1000 m dpl.

**20. Ubi Jalar Sawentar (2006)**

Keunggulan: Umur panen didataran tinggi 6 bulan, potensi hasil di dataran tinggi 30 ton/ha, tahan terhadap penyakit kudis, agak peka hama boleng, agak toleran terhadap kekeringan, dianjurkan pada lahan sawah dan tegalan didaerah pegunungan dengan ketinggian manimal 1000 m dpl.

**21. Ubi Jalar MSU (-)**

Keunggulan: Potensi hasil panen rata-ratanya 27 ton/ha, umur panen 4-4,5 bulan, rasanya enak dan kandungan antosianin 590,8 mg/100g.

**22. Ubi Jalar RIS (-)**

Keunggulan: Potensi hasil panen rata-rata 20,4 ton/ha, umur panen 4-4,5 bulan, daging umbi ungu, kandungan antosianin 510,80 mg/100 g, agak tahan terhadap hama dan penyakit boleng dan kudis.

**23. Ubi Jalar Antin 1 (-)**

Keunggulan: Potensi hasil panen antara 26-36 ton/ha, umur panen 4-4,5 bulan, warna umbi sembur ungu menarik, cocok untuk pembuatan kripik, agak tahan boleng dan kudis, toleran terhadap kekeringan.

**24. Ubi Jalar Beta 1 (2009)**

Keunggulan: Umur panen 4-4,5 bulan, warna daging oranye tua, rasa umbi enak dan manis, agak tahan terhadap penyakit kudis dan agak tahan hama boleng, kandungan beta-karotin tinggi, cocok ditanam pada lahan tegalan dan sawah sesudah tanaman padi.

**25. Ubi Jalar Beta 2 (2009)**

Keunggulan: Potensi hasil 34,7 ton/ha, umur panen 4-4,5 bulan, warna daging umbi oranye, rasa umbi enak, agak tahan terhadap hama penyakit kudis dan agak tahan hama boleng.

**26. Ubi Jalar UK 2 (2012)**

Keunggulan: Berumur genjah, dapat dipanen pada umur 9-10 bulan dengan potensi hasil 60,4 ton/hektar, agak tahan terhadap hama tungau dan penyakit busuk akar atau umbi.

## **BAB III.**

# **UBI JALAR UNGU DAN MANFAATNYA**

### **Pendahuluan**

Berbagai varietas ubi jalar berdaging ungu dengan kandungan antosianin tinggi telah dikembangkan terutama di Jepang, Korea atau Selandia Baru (Steed and Truong 2008). Diantara varietas-varietas tersebut, kultivar yang penting adalah varietas 'Yamagawamura-saki' dan 'Ayamurasaki'. Kedua varietas tersebut merupakan introduksi dari Jepang, yang masuk ke Indonesia dengan potensi hasil 15–20 ton/ha. Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi melaporkan terdapat beberapa varietas ubi jalar dengan warna daging ungu yang cocok digunakan sebagai bahan baku kripik antara lain MSU, RIS, Antin 1, Antin 2, Antin 3, yang dilepas oleh Kementrian Pertanian beberapa tahun terakhir. Varietas ubi jalar ungu yang diperdagangkan sangat bervariasi dalam ukuran, bentuk, rasa, tekstur dan warna umbi (Philpott *et al.*, 2004). Berbagai varietas ubi jalar ungu yang terdapat dalam literatur dirangkum pada Tabel 5.

Ubi jalar ungu mengandung antosianin dalam jumlah yang jauh lebih besar daripada ubi jalar berdaging oranye atau putih. Berbeda dengan antosianin yang terkandung dalam beri, antosianin ubi jalar ungu berada dalam bentuk asilasi (Giusti and Wrolstad, 2003; Gould *et al.*, 2008). Asilasi dengan berbagai asam fenolik membuat

antosianin ubi jalar ungu unik dan juga memberikan beberapa keuntungan dalam ketahanan terhadap pH dan panas, sensitivitas cahaya, dan stabilitas keseluruhan. Antosianin terasilasi, dari segi nilai gizi, dilaporkan memiliki aktivitas antioksidan dan anti-mutagenisitas tinggi (Suda *et al.*, 2002). Diantara enam antosianidin yang umum, feonidin dan cyanidin biasanya ditemukan di ubi jalar ungu, tetapi antosianin yang paling melimpah adalah turunan peonidin (Yoshinaga *et al.*, 1999). Selain antosianidin dan peonidin, pelargonidin adalah antosianidin yang ditemukan dalam jumlah yang sangat kecil pada beberapa varietas ubi jalar ungu seperti NC415 dan Ayamurasaki (Giusti *et al.*, 1999; Kim *et al.*, 2012; Truong *et al.*, 2010). Sebagai sumber antosianin terasilasi, ubi jalar ungu dapat dijadikan sumber warna yang sangat baik dalam berbagai makanan yang bersifat asam hingga netral. Warna antosianin terasilasi ini menyerupai pewarna sintesis FD dan C red 40 (Suda *et al.*, 2003). Di Jepang, puree ubi jalar ungu banyak digunakan sebagai bahan pewarna alami dan bersifat fungsional yang populer di industri roti, permen, jus, minuman, dan industri pengolahan susu (Dyrby *et al.*, 2001; Giusti and Wrolstad, 2003; Suda *et al.*, 2003).

### 3.1. Antosianin Ubi Jalar Ungu

Antosianin berasal dari kata anthos dan kyanos (Anthos: bunga, Kyanos: biru) adalah komponen flavonoid yang paling melimpah dari buah-buahan dan sayuran yang berwarna merah, dan sering digunakan sebagai pigmen alami yang larut dalam air (Pazmino-Duran *et al.*, 2001). Tergantung dari struktur molekul, beberapa antosianin lebih stabil daripada yang lain. Secara umum, peningkatan hidrosilasi menurunkan stabilitas, sedangkan metilasi meningkatkannya (Brouillard, 1982). Penelitian terbaru menunjukkan bahwa antosianin dengan komponen terasilasi lebih stabil selama pemrosesan dan penyimpanan (Giusti and Wrolstad, 2003; Cevallos-Casals and Cisneros-Zevallos, 2004). Antosianin terasilasi dari ubi jalar ungu dapat berfungsi sebagai pewarna alami, karena daya tahannya terhadap temperatur dan cahaya (Tsukui *et*

al., 2002; Cevallos-Casals and Cistallos-Zevallos, 2004). Antosianin ubi jalar ungu biasanya digunakan dalam jus, minuman beralkohol, selai, permen, roti, makanan ringan dan mie. Kandungan antosianin yang tinggi dikombinasikan dengan stabilitas warna yang tinggi memberikan alternatif yang lebih sehat untuk pewarna sintetis seperti FD dan C red 40 (Bovell-Benjamin, 2007). Penelitian tentang komposisi antosianin dari *Ipomoea batatas* L. sudah banyak dilakukan, antara lain oleh Odate *et al.* (1992), Goda *et al.* (1997), dilanjutkan oleh Terahara *et al.* (2004), Steed and Truong (2008). Semua peneliti melaporkan bahwa antosianin terasilasi merupakan antosianin yang dominan pada semua varietas ubi jalar ungu.

Di antara klon dan varietas ubi jalar ungu, terdapat perbedaan yang cukup besar dalam warna dan komposisi ubi jalar (Yoshinaga *et al.*, 1999; Oki *et al.* 2003). Berdasarkan rasio peonidin/cyanidin (peo/cy), klon ubi jalar diklasifikasikan menjadi dua kelompok, yaitu tipe cyanidin (peo / cy < 1.0) dengan tingkat kebiruan yang lebih tinggi (kelompok dominan biru) dan tipe peonidin (peo) / cy > 1.0) dengan tingkat kemerahan yang lebih besar (kelompok dominan merah).

Tabel 5. Beberapa varietas dan klon ubi jalar ungu yang dicantumkan dalam literatur

Varieties and clones	Literatur
Stokes Purple <sup>a</sup>	Steed, 2007; Steed and Truong, 2008; Truong <i>et al.</i> , 2010
clone NC415, 12-5 clone, 13-17 clone, 13-18 clone	Teow <i>et al.</i> , 2007
Purple Okinawa	Truong <i>et al.</i> , 2010
Yamagawa murasaki	Odate <i>et al.</i> , 1994; Terahara <i>et al.</i> , 1999; Kudoh and Matsuda 2000; Konczak-Islam <i>et al.</i> , 2003
Aya murasaki	Yoshinaga <i>et al.</i> , 1999; Oki <i>et al.</i> , 2002; Matsui <i>et al.</i> , 2002; Suda <i>et al.</i> , 2002;

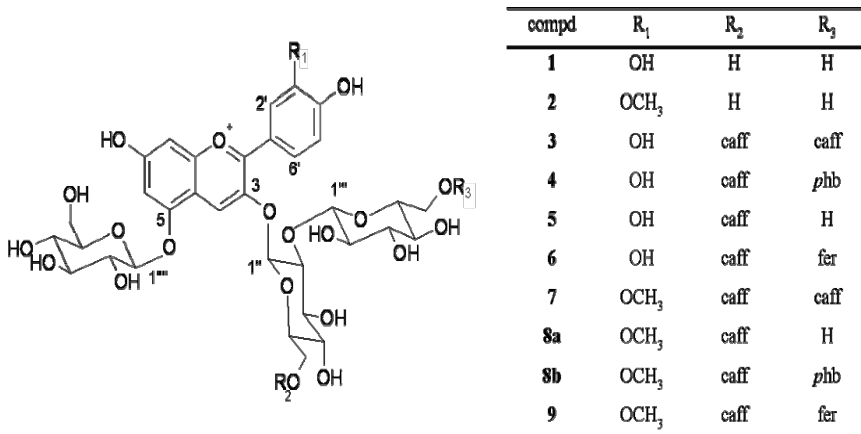
	Konczak-Islam <i>et al.</i> , 2003; Oki <i>et al.</i> , 2003; Suda <i>et al.</i> , 2003; Harada <i>et al.</i> , 2004; Konczak <i>et al.</i> , 2004; Terahara <i>et al.</i> , 2004; Kano <i>et al.</i> , 2005; Kobayashi <i>et al.</i> , 2005; Saigusa <i>et al.</i> , 2005; Tian <i>et al.</i> , 2005; Oki <i>et al.</i> , 2006; Bovell-Benjamin, 2007; Mano <i>et al.</i> , 2007
Murasakimasari	Nagata <i>et al.</i> , 2006; Mano <i>et al.</i> , 2007
Kankei 55	Tsukui <i>et al.</i> , 2002
Tanegashima murasaki	Yoshinaga <i>et al.</i> , 1999; Tsukui <i>et al.</i> , 2002; Oki <i>et al.</i> , 2002; Oki <i>et al.</i> , 2003;
Chiran murasaki	Yoshinaga <i>et al.</i> , 1999
Kyushu (3 different clones, and cultivars)	Yoshinaga <i>et al.</i> , 1999; Oki <i>et al.</i> , 2002; Oki <i>et al.</i> , 2003
Miyanou-36	Oki <i>et al.</i> , 2002
MSU (3 different clones)	Jusuf <i>et al.</i> , 2006
clone 97D	Philpott <i>et al.</i> , 2004

Antosianin dilaporkan sangat bermanfaat terhadap kesehatan (Giusti and Wrolstadt, 2003). Antosianin dapat berfungsi untuk menjaga kesehatan dan mengurani risiko penyakit degeneratif (Jang *et al.*, 2005), aktivitas antikanker (Katsube *et al.*, 2003), kapasitas antioksidan (Wang *et al.*, 1997; Kähkönen and Heinonen, 2003; Kähkönen *et al.*, 2003; Kong *et al.*, 2003), aktivitas antiulcer (Cristoni and Magistretti, 1987), dan juga mengurangi risiko gangguan kardiovaskular (Mazza, 2007).



### 3.2. Struktur Antosianin

Struktur antosianin utama berbasis peonidin dan sianidin diunjukkan pada Gambar 1. Berdasarkan data spektrometri  $^1\text{H}$ - dan  $^{13}\text{C}$ -NMR, struktur molekul dari antosianin monoasililasi 5 dan 8a dilaporkan oleh Goda *et al.* (1997), sedangkan penjelasan struktur dari enam pigmen utama yang diasililasi 3, 4, 6, 7, 8b, dan 9 dilaporkan oleh Terahara *et al.* (1999). Selain antosianin utama, beberapa peneliti juga melaporkan adanya pigmen minor turunan cyanidin dan peonidin yang terdeteksi menggunakan alat HPLC-ESI-MSn (Tian *et al.*, 2005; Ong *et al.*, 2010) dan NMR (Terahara *et al.*, 2004).



Gambar 1. Struktur utama antosianin pada umbi ubi jalar ungu.

Keterangan:

caff: caffeoyl; fer: feruloyl; *phb*: *p*- hydroxybenzoyl.

### 3.3. Kandungan Antosianin

Ubi jalar ungu sangat potensial digunakan sebagai zat tambahan makanan sehat dan sumber pewarna makanan karena tingginya kandungan antosianin. Beberapa peneliti melaporkan kandungan antosianin bervariasi dalam kultivar ubi jalar ungu yang berbeda. Delapan klon ubi jalar ungu yang dikembangkan di Balitkabi Malang, Jawa Timur dilaporkan mengandung antosianin dengan variasi antara 8,68 mg/100g hingga 281,90 mg/100 g umbi (Ginting *et al.*, 2011). Sedangkan Antin 1, 2, dan 3 yang juga dikembangkan lebih lanjut oleh Balitkabi mengandung antosianin sebesar 33,89, 136,2 dan 150,7 mg/100 g umbi segar (Litbang Pertanian, 2013). Kandungan antosianin ubi jalar ungu yang ditanam di kebun percobaan BLPP Lampung, dan ubi jalar ungu yang umum dijual di pasar lokal di Lampung mengandung antosianin sebesar 64,55 mg dan 78,4 mg setara cyanidin-3- glikosida /100 g umbi segar (Nurdjanah dan Yuliana, 2016; Nurdjanah *et al.*, 2017).

Varietas 'Ayamurasaki' mengandung antosianin 59 mg setara peonidin-3-caffeoylsophoroside-5- glukosida /100 g (Suda *et al.*, 2002). Empat klon pembibitan Amerika dianalisis oleh Teow *et al.* (2007) dan total kandungan antosianin monomerik sampel ('NC 415', '12 - 5', '13 - 17', dan '13 - 18') berkisar antara 24,6 hingga 45,1 mg / 100 g berat segar dihitung sebagai cyanidin-3- glukosida. Steed and Truong (2008) menganalisis kandungan antosianin dari varietas 'Stokes Purple' yang dibudidayakan di North Carolina. Tingkat kandungan monomer total dari kultivar pemuliaan baru ini bervariasi dari 57,5 mg/100 g hingga 174,7 mg/100 g berat segar. Kultivar pemuliaan baru 'Stokes Purple' dan 'NC 415' mengandung antosianin antara 33,7 hingga 96,8 mg/100 g berat segar, atau sekitar 3-5 kali lipat lebih tinggi daripada di varietas lama 'Okinawa' (10,0 hingga 21,1 mg/100 g). Data kandungan antosianin dari bergai klon atau jenis yang telah dipaparkan tersebut membuktikan bahwa terdapat korelasi yang positif antara intensitas warna daging dan kandungan antosianin, dan besarnya kandungan antosianin sangat bervariasi di antara ubi ungu.

## **BAB IV.**

# **TEPUNG UBI JALAR UNGU TRADISIONAL DAN TERMODIFIKASI**

### **4.1. Tepung Ubi Jalar Ungu Tradisional**

Sebagaimana hasil pertanian pada umumnya, ubi jalar segar sangat mudah rusak karena kandungan air yang tinggi. Di negara berkembang, ubi segar biasanya diawetkan dalam bentuk kering (irisasi atau serpihan tipis maupun tepung). Pengolahan ubi jalar ungu menjadi tepung merupakan salah satu cara untuk penyimpanan dan pengawetan ubi ungu. Ubi jalar ungu dalam bentuk tepung juga akan mempermudah pemanfaatannya sebagai bahan baku industri pangan maupun non-pangan. Tepung ubi jalar merupakan produk ubi jalar setengah jadi yang dapat digunakan sebagai bahan baku dalam industri makanan dan juga mempunyai daya simpan yang lebih lama. Tepung ubi jalar secara tradisional dibuat dari sawut atau chip yang dikeringkan kemudian digiling dan diayak. Kandungan kimia tepung ubi jalar ungu dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Kandungan kimia tepung ubi jalar ungu

No.	Karakteristik	Jumlah
1.	Air (%)	7,00
2.	Abu (%)	2,13
3.	Protien (%)	5,12
4.	Lemak (%)	0,5
5.	Karbohidrat (%)	85,26
6.	Pati (%)	46,5*
7.	Serat (%)	20,5*

Sumber: Antarlina (1998)

Keterangan:

\*) Nurdjanah dan Yuliana (2016)

Tepung ubi jalar merupakan hancuran ubi jalar yang dihilangkan sebagian kadar airnya sekitar 7% (Sarwono, 2005). Tepung ubi jalar ungu bentuknya seperti tepung biasa dan warnanya ungu keputihan setelah terkena air akan berwarna ungu tua. Proses pengeringan pada pembuatan tepung ubi jalar perlu diperhatikan, sehingga dapat dihasilkan tepung yang berkualitas. Pengeringan merupakan salah satu cara untuk mengeluarkan atau mengurangi sebagian air dari suatu bahan dengan cara diuapkan. Sarwono (2005) menambahkan proses penguapan dapat dilakukan dengan energi panas dan biasanya kandungan air tersebut diturunkan sampai batas mikroba dan kegiatan enzimatik tidak dapat menyebabkan kerusakan.

Proses pengeringan dapat dilakukan dengan beberapa cara, antara lain dengan penjemuran maupun dengan pengeringan buatan. Penjemuran merupakan pengeringan alamiah dengan menggunakan sinar matahari langsung sebagai energi panas. Pengeringan secara penjemuran memerlukan tempat yang luas, wadah penjemuran yang banyak, waktu pengeringan yang

sangat lama dan mutunya tergantung pada keadaan cuaca. Proses pengeringan menggunakan alat pengering sering digunakan untuk mengatasi kelemahan pengeringa secara tradisional menggunakan sinar matahari. Pengering buatan ini dapat diatur tinggi rendahnya temperatur, kecepatan aliran udara maupun kelembaban yang disesuaikan dengan sifat bahan yang dikeringkan, sehingga tidak tergantung pada cuaca. Proses pengeringan menggunakan pengering buatan dilakukan dalam ruangan yang tertutup, sehingga kebersihan maupun kualitasnya dapat lebih terjamin.

#### **4.2. Tepung Ubi Jalar Ungu Tergelatinisasi Sebagian**

Tepung ubi jalar mempunyai banyak kelebihan yaitu tahan lama, fleksibel, dan dapat diperoleh sepanjang tahun. Ubi jalar dapat diproses menjadi tepung yang mempunyai banyak kelebihan dibandingkan dengan ubi segar. Kelebihan tersebut antara lain tahan lama, sehingga tersedia sepanjang tahun, fleksibel dalam penyimpanan dan transportasi, serta bisa diolah menjadi aneka produk makanan yang mempunyai nilai tambah tinggi. Pengolahan ubi jalar menjadi tepung biasanya dilakukan secara kering, yaitu pengirisan ubi secara melintang dan tipis tipis, kemudian pengeringan diikuti dengan penepungan dan pengayaan. Akan tetapi, dalam aplikasinya pada produk makanan tepung ubi jalar mempunyai kelemahan dalam hal sifat reologi dan sifat fisiko-kimia sehingga perlu penambahan bahan-bahan lain dalam adonannya (Sugiyono *et al.*, 2011; Yadav *et al.*, 2007).

Upaya perbaikan kualitas tepung ubi jalar telah dilakukan oleh beberapa peneliti, seperti penggunaan enzim dan modifikasi secara asetilasi (Yadav *et al.*, 2007), dan modifikasi pati ubi jalar secara *Heat-Moisture Treatment/ HMT* (Pranoto *et al.*, 2009), serta penambahan bahan-bahan kimia seperti sodium alginat, alum, food aditif lain. Metode modifikasi secara asetilasi maupun penambahan bahan kimia dapat memperbaiki sifat alami tepung dan pati ubi jalar. Akan tetapi bahan-bahan kimia ini kurang menjadi pilihan, karena pengaruhnya terhadap kesetabilan antosianin pada

ubi jalar ungu. Selain itu juga cenderung untuk dihindari konsumen, karena potensi pengaruhnya dalam jangka panjang, kurang baik terhadap kesehatan. Sedangkan perlakuan enzimatis dan perlakuan fisik secara HMT relatif sulit diterapkan oleh industri skala rumah tangga dan industri kecil yang ada di masyarakat. Oleh karena itu, sangat diperlukan teknologi sederhana untuk pengolahan tepung termodifikasi yang dapat diadopsi masyarakat secara mudah.

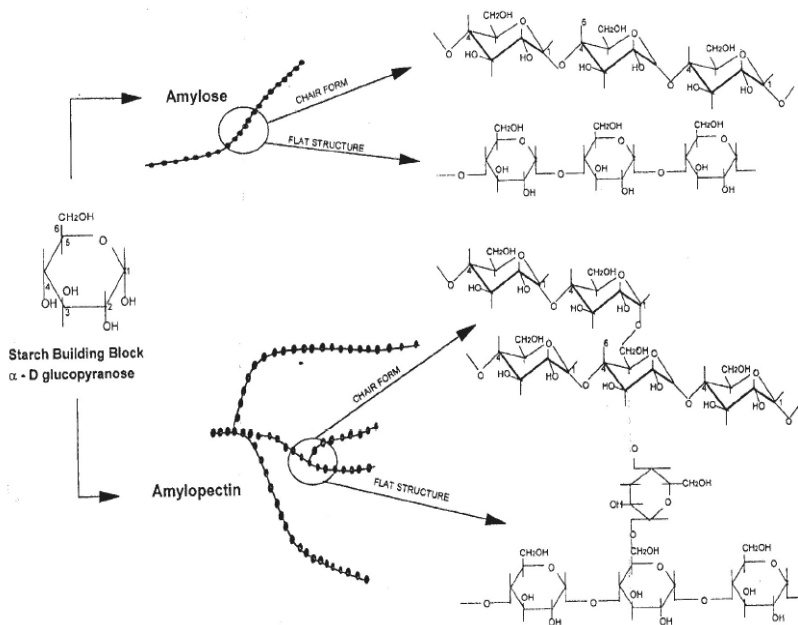
Komponen utama dalam tepung ubi jalar adalah pati, sehingga perbaikan karakteristik tepung ubi jalar dapat dilakukan melalui modifikasi patinya. Salah satu metode sederhana untuk memperbaiki karakteristik pati adalah dengan cara pemanasan dalam pengering drum, sehingga sebagian pati akan terdegradasi atau terfragmentasi menjadi polimer yang lebih pendek rantainya.

Sifat reologi ditentukan oleh komponen penyusun tepung ubi jalar yaitu karbohidrat baik berupa pati maupun non pati, lemak dan protein. Oleh karena itu, usaha perbaikan diperlukan yang lebih ke arah memodifikasi komponen-komponen tersebut. Rasio amilosa dan amilopektin serta panjang pendeknya rantai, berat molekul pati sangat mempengaruhi kualitas reologi (Yuan *et al.*, 2008), sedangkan protein dan lemak mempengaruhi penetrasi air ke dalam granula pati sehingga mempengaruhi tekstur produk yang dihasilkan

Khusus untuk ubi jalar ungu, metode pengeringan sangat berpengaruh terhadap kandungan antosianin (menyebabkan berkurangnya intensitas warna ungu) yang pada akhirnya berimbas juga terhadap fungsi fisiologisnya seperti kapasitasnya sebagai antioksidan. Oleh karena itu, diperlukan teknik modifikasi untuk memperbaiki kualitas tepung ubi jalar ungu. Komponen karbohidrat utama dalam tepung ubi jalar ungu adalah pati, sehingga teknik modifikasi tepung dapat dilakukan melalui modifikasi pati yang terdapat pada tepungnya.

#### 4.2.1. Pati Alami

Pati memegang peranan penting dalam industri pengolahan pangan secara luas dan juga digunakan dalam industri seperti kertas, lem, tekstil, glukosa, sirup fruktosa, dan lain-lain (Tharanathan, 2005). Pati secara umum tersusun dari 25% amilosa dan 75% amilopektin. Struktur kimia amilosa dan amilopektin dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Struktur kimia amilosa dan amilopektin Sumber: Tharanathan, 2005

Pati dapat dibagi menjadi 2 jenis, yaitu pati alami (*native starch*) dan pati yang telah dimodifikasi (*modified starch*). Pati alami diperoleh dari pemisahan pati dari tanaman baik yang dari umbi, biji maupun batang. Bentuk asli pati alami merupakan butiran-butiran kecil yang sering disebut granula.

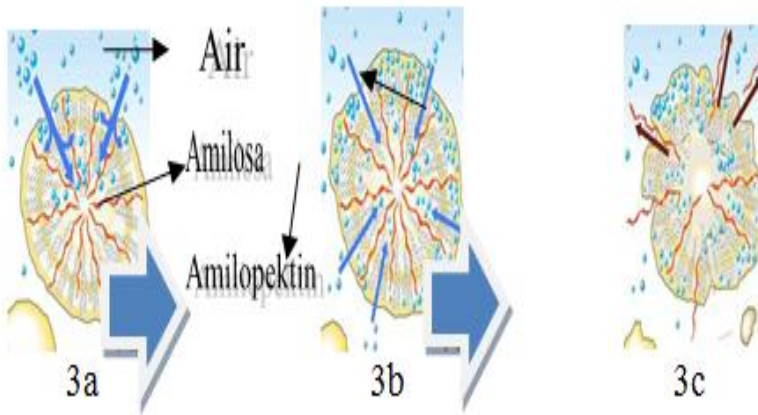
#### 4.2.2. Gelatinisasi Pati

Granula pati akan menyerap air hingga 30% pada saat kondisi dingin. Peningkatan volume granula pati yang terjadi di dalam air pada suhu antara 55-65°C merupakan pembengkakan yang sesungguhnya, dan setelah pembengkakan ini granula pati tidak dapat kembali pada kondisi semula (*irreversible*). Perubahan tersebut disebut gelatinisasi (Winarno, 2002). Winarno (2002) menambahkan granula pati memiliki sifat merefleksikan cahaya terpolarisasi, sehingga di bawah mikroskop terlihat kristal hitam putih. Sifat ini disebut *birefringent*. Pada waktu granula pati mulai pecah karena proses gelatinisasi, sifat *birefringent* akan hilang.

Menurut Lang *et al.* (2000), mekanisme gelatinisasi diawali dengan adanya pemberian air yang akan mengganggu kristalinitas amilosa dan mengganggu struktur heliksnya. Pembengkakan diawali pada bagian *amorf* atau bagian yang kurang rapat, merusak ikatan antara molekul yang lemah dan menghidrasinya. Namun demikian, jumlah air yang terserap dan pembengkakannya terbatas. Kemudian granula pati akan mengembang dan volumenya menjadi 20-30 kalinya. Bila panas dan air diberikan terus maka amilosa mulai keluar dari granula. Jika proses gelatinisasi terus berlanjut maka granula akan pecah.

Gambar 3 menunjukkan mekanisme terjadinya gelatinisasi pati. Menurut Endrika (2012), tahap pertama granula pati akan berinteraksi dengan air dan air masuk ke dalam granula pati (Gambar 3a). Tahap kedua air akan tertahan pada granula pati disertai dengan peningkatan suhu suspensi pati mengakibatkan pati membengkak dan pada tahap ini air mulai terikat oleh amilopektin (Gambar 3b). Tahap ketiga molekul-molekul amilosa mulai berdifusi keluar granula akibat meningkatnya aplikasi panas dan air yang berlebihan yang menyebabkan granula mengembang lebih lanjut (Gambar 3c). Tahap terakhir proses gelatinisasi terus berlanjut sampai amilosa berdifusi keluar, hingga dinding granula akan pecah.





Gambar 3. Skema pati tergelatinisasi Sumber: Endrika, 2012

Secara umum gelatinisasi dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya suhu, lama pemanasan, dan jumlah air. Pati akan tergelatinisasi total pada suhu gelatinisasi pati yaitu berkisar antara 60-70°C. Proses gelatinisasi sebagian akan terjadi, jika pati dipanaskan tetapi kondisi air terbatas, sebagai contoh pada fenomena ubi jalar dibakar. Air yang digunakan hanya sebatas air yang terkandung dalam ubi tersebut, sehingga hanya terjadi gelatinisasi sebagian. Chung *et al.* (2006) menyatakan bahwa dalam olahan makanan berbahan dasar tepung, jika kadar air terbatas atau pemanasan yang tidak cukup, maka tidak semua pati akan tergelatinisasi melainkan hanya sebagian.

Suhu gelatinisasi dipengaruhi oleh konsentrasi pati. Semakin kental larutan, suhu tersebut semakin lambat tercapai dan sampai suhu tertentu kekentalan tidak bertambah, bahkan kadang-kadang turun (Winarno, 1995). Winarno (2002) menambahkan pembentukan gel optimum pada pH 4 - 7. Jika pH yang terlalu tinggi pembentukan gel berlangsung dengan cepat tetapi juga cepat menurun. Sedangkan bila pH terlalu rendah, gel terbentuk secara lambat dan apabila pemanasan diteruskan viskositas akan kembali turun. Pada beberapa jenis pati beras, ukuran dan bentuk granula pati tidak mempengaruhi suhu gelatinisasi. Namun Swinkels (1985)

menyatakan bahwa dalam satu jenis pati, granula yang memiliki ukuran lebih besar mengalami gelatinisasi pada suhu yang lebih rendah daripada granula yang berukuran kecil. Oleh karena itu, suhu gelatinisasi merupakan suatu kisaran.

#### 4.2.3. Pati Termodifikasi

Modifikasi pati dapat dilakukan dengan penggunaan asam, enzimatis, fisik, dan bahan kimia lainnya yang akan menghasilkan gugus kimia baru atau perubahan bentuk, ukuran serta struktur molekul (Glicksman, 1969).

Pati termodifikasi secara asam dilakukan dengan menghidrolisis pati dengan asam, pada suhu sekitar 52°C. Reaksi dasar meliputi pemotongan ikatan  $\alpha$ -1,4-glikosidik pada amilosa, dan pemotongan ikatan  $\alpha$ -1,6-D-glukosidik dari amilopektin, sehingga amilopektin menjadi lebih sederhana dan meningkatkan kecenderungan pasta untuk membentuk gel akibat terbentuknya amilosa berantai pendek. Pati termodifikasi secara asam memiliki viskositas pasta panas lebih rendah, kecenderungan retrogradasi lebih besar, rasio viskositas pasta pati dingin dari pasta pati panas lebih rendah, granula yang mengembang selama gelatinisasi dalam air panas lebih rendah, peningkatan stabilitas dalam air hangat di bawah suhu gelatinisasi dan bilangan alkali lebih tinggi (Koswara, 2006).

Modifikasi pati secara enzimatis dilakukan dengan menambahkan enzim untuk memecah rantai pada pati baik amilosa maupun amilopektin. Enzim yang memecah yaitu berbagai jenis enzim amylase baik yang bersumber dari tanaman maupun jaringan mamalia. Enzim dapat juga diisolasi dari *Aspergillus oryzae* dan *Bacillus subtilis*. Kecepatan enzim untuk memecah atau menghidrolisis akan meningkat apabila tingkat polimerisasi menurun, dan laju hidrolisis akan lebih cepat pada rantai lurus, sehingga hidrolisis amilosa lebih cepat dibanding hidrolisis terhadap amilopektin (Niba *et al.*, 2002).

Proses modifikasi pati secara fisik dapat dengan menggunakan alat *drum dryer*. Pregelatinisasi pati secara fisik dapat memperbaiki karakteristik pati yang dihasilkan (Hidayat *et al.*, 2009). Modifikasi secara fisik juga dapat dilakukan dengan cara *Heat Moisture Treatment* (HMT) dan *Annealing*. *Heat Moisture Treatment* (HMT) merupakan salah satu modifikasi secara fisik menggunakan kombinasi kelembaban dan temperatur tanpa mengubah penampakan granulanya. Sampel pati ditimbang ke dalam wadah kaca. *Heat Moisture Treatment* (HMT) dilakukan pada kadar air pati di bawah 30% dengan pemanasan pada suhu 100°C atau 120°C selama 2 jam dalam keadaan tertutup. Kemudian wadah dibuka, dan pati dikeringkan hingga kadar air kurang dari 10%. *Annealing* adalah sebuah perlakuan panas terhadap sampel yang dipanaskan pada temperatur tertentu dan waktu tertentu dan kemudian didinginkan perlahan-lahan. *Annealing* dilakukan pada kadar air pati 70% dan diinkubasi pada 10-15°C atau dibawah suhu kamar selama 24 jam (Chung *et al.*, 2009).

Menurut Purwani *et al.* (2006), perlakuan *Heat Moisture Treatment* (HMT) dapat membuat pati menjadi lebih stabil pada saat pemanasan, sehingga kualitas tanak yang dihasilkan menjadi lebih baik. Jayakodi *et al.* (2008), menyatakan perlakuan *annealing* dapat meningkatkan kekompakan komponen pati (*crystalline perfection*) dan interaksi rantai pati. Selain itu modifikasi secara fisik lebih sederhana dibandingkan modifikasi secara kimia dan secara enzimatis.

Teknik modifikasi tepung secara fisik dapat menyebabkan pati yang terkandung dalam tepung tergelatinisasi sempurna atau sebagian tergantung lama pemanasan dan kadar air saat pemanasan. Apabila air dalam proporsi yang cukup bahkan berlebih dan dipanaskan, maka pati akan mengalami gelatinisasi sempurna, sedangkan apabila air tidak mencukupi maka pati akan tergelatinisasi sebagian (*partly gelatinized*). Modifikasi tepung secara fisik dengan menggunakan pemanasan dalam *single rotary drum dryer* merupakan salah satu pilihan yang tepat, karena

disamping dapat mendegradasi dan/atau menggelatinisasi sebagian pati, sehingga menyebabkan perubahan sifat fungsional seperti viscositas, kelarutan dalam air, swelling power, daya tahan terhadap panas, gesekan akibat pengadukan (*shear*), dan ketahanan terhadap kondisi asam juga diharapkan dapat mempertahankan kandungan antosianin dan aktifitas antioksidan dari tepung modifikasi yang dihasilkan.

Penggunaan pengering rotary drum telah dilaporkan dapat memperbaiki kualitas tepung ubi kayu (Hidayat *et al.*, 2009). Nurdjanah *et al.* (2017) melaporkan bahwa teknik modifikasi secara fisik melalui gelatinisasi sebagian (*partly gelatinized*) terhadap tepung ubi jalar ungu menggunakan pengering drum berputar (*rotary dryer*) sebelum dilakukan dengan pengeringan menggunakan pengering '*forced air drying*' dapat memperbaiki kualitas tepung yang diproses secara tradisional karena mampu mempertahankan kandungan antosianin dan total fenol tepung ubi jalar ungu.

Pengering drum berputar adalah alat pengering yang digunakan untuk memanaskan bahan dengan sistem konduksi. Medium pemanas yang biasa digunakan adalah uap, air atau cairan pemindah panas khusus bersuhu tinggi, sedangkan bahan yang ingin dikeringkan dengan alat ini berbentuk semi padat atau larutan yang partikel partikelnya terlalu besar untuk dikeringkan dengan pengering semprot (*spray dryer*) seperti pasta dan bubur (Fellows, 2009).

Pengering drum dapat dibedakan menjadi beberapa tipe seperti tipe drum tunggal (*single drum*), drum ganda (*double drum dryer*), dan drum kembar (*twin drum dryer*). Drum tunggal hanya memiliki satu buah rol atau drum, sedangkan tipe drum ganda memiliki dua drum yang berputar dengan arah saling mendekat satu sama lain pada bagian atasnya. Jarak antara dua drum pada pengering drum ganda dapat diatur untuk menghasilkan ketebalan bahan kering yang berbeda pada permukaan drum. Pengering drum kembar hampir sama dengan pengering drum ganda, tetapi berbeda dalam operasi dan produk yang dipanaskan. Kedua drum pada

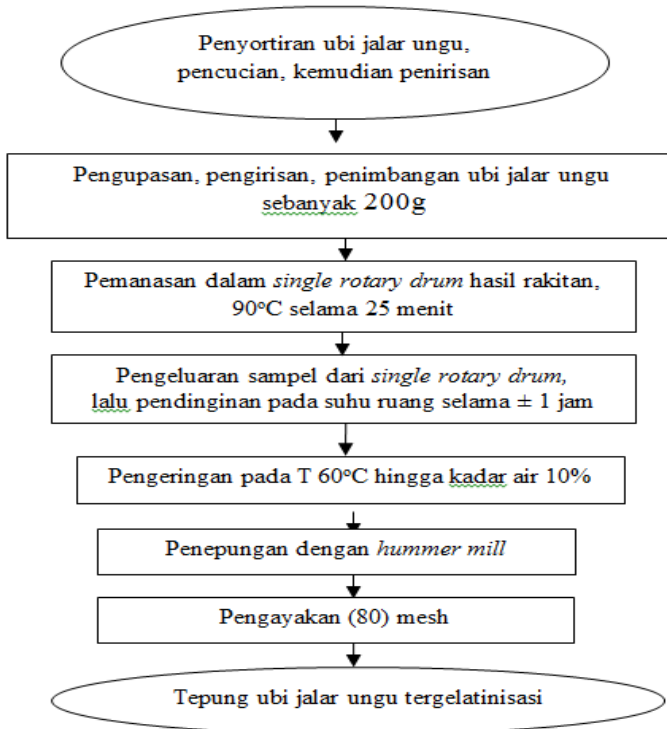
pengering drum kembar ini memiliki posisi seperti pada pengering drum ganda, tetapi masing masing berputar dengan arah saling menjauh satu sama lain pada bagian atasnya dan jarak antara keduanya tidak begitu rapat (Wirakartakusumah *et al.*, 1992). Pada prinsipnya bahan yang akan dikeringkan tersebut dituang di atas permukaan drum yang dipanaskan menggunakan uap panas, sehingga suhunya dapat mencapai sekitar 170°C. Uap panas mentransfer panas melalui dinding metal drum, kemudian mengeringkan bahan yang melekat pada permukaan drum (Okos *et al.*, 2007). *Single rotary drum dryer* (pengering drum tunggal) dilaporkan mempunyai fleksibilitas yang lebih tinggi, bahan yang dipanaskan dapat menyentuh permukaan drum yang lebih luas, dan tidak memerlukan perawatan yang rumit bila dibandingkan dengan pengering drum tipe ganda dan kembar.

Pemanasan tepung berpati menggunakan rotary drum pada prinsipnya merubah struktur pati, menjadi dari rantai yang lebih pendek. Selama proses amilosa dan amipektin berantai pendek yang terdapat pada bagian amorf pati akan terfragmentasi dan tergelatinisasi sebagian.

Jenis *rotary drum dryer* yang sering digunakan pada industri kecil adalah jenis pengering berputar dengan menggunakan single drum. Pada pengeringan menggunakan drum tunggal berputar, sampel dimasukkan kedalam drum, kemudian drum diputar dan dipanaskan menggunakan bahan bakar berupa gas atau kayu atau briket batubara. Contoh pengering jenis ini ditunjukkan pada Gambar 4, sedangkan proses pembuatan tepung ubi jalar ungu termodifikasi secara fisik melalui gelatinisasi sebagian ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 4. Pengering drum berputar menggunakan bahan bakar kayu



Gambar 5. Diagram alir pembuatan tepung ubi jalar ungu tergelatinisasi sebagian

Sumber: Nurdjanah et al. (2017)

#### **4.2.4. Karakteristik Tepung Ubi Jalar Ungu Tergelatinisasi Sebagian**

Nurdjanah dan Arianingrum (2014) melaporkan umur simpan tepung ubi jalar ungu gelatinisasi sebagian terpanjang yaitu selama 136 hari pada perlakuan pemanasan selama 45 menit dan 60 menit, sedangkan tepung ubi jalar ungu yang diproses secara konvensional memiliki umur simpan yang lebih rendah yaitu 91 hari. Lebih lanjut Nurdjanah *et al.* (2017) melaporkan beberapa karakteristik tepung ubi jalar ungu termodifikasi yang meliputi kadar antosianin, kapasitas antioksidan, sifat amilografi (*pasting behavior*) dan morfologi granula tepung dipengaruhi oleh lama pemanasan sebelum pengeringan.

##### **Kadar Antosianin**

Kandungan antosianin tepung ubi jalar ungu termodifikasi melalui gelatinisasi sebagian berkisar antara 50,4 - 63,1 mg/100g basis berat kering, sedangkan kandungan antosianin pada ubi jalar ungu segar adalah 64,3 mg/100g. Fan *et al.* (2008) melaporkan bahwa kandungan antosianin tertinggi pada ubi jalar ungu yaitu 158 mg/100g pada kondisi ekstraksi terbaik. Sedangkan Furuta *et al.* (1998) melaporkan kandungan antosianin pada ubi jalar ungu ayamurasaki sebesar 60 mg/100g berat basah. Lama pemanasan berpengaruh nyata terhadap kadar antosianin dalam tepung (Tabel 7). Pemanasan tepung yang bertujuan untuk gelatinisasi parsial selama 15, 30 dan 45 menit mampu mempertahankan kadar antosianin yang lebih tinggi dan warna yang lebih ungu dari pada tepung yang diproses secara konvensional (0 menit), 60 dan 75 menit. Degradasi antosianin menyebabkan berkurangnya intensitas warna ungu sehingga tepung berwarna kecoklatan. Hal ini disebabkan oleh aktivitas beberapa enzim seperti polifenol oksidase dan peroksidase (Akissoé *et al.*, 2003).

Tabel 7. Total antosianin tepung ubi jalar ungu termodifikasi

Perlakuan lama pemanasan (menit)	Total antosianin (mg/100g berat kering)
30	63,15a*
15	60,10ab
45	58,60abc
0	54,63bcd
60	51,43cd
75	50,40d

\*Dua nilai tengah yang diikuti dengan huruf yang sama dinyatakan tidak berbeda pada taraf nyata 0,05 dengan uji BNT

### **Kapasitas Antioksidan**

Tepung ubi jalar ungu termodifikasi secara gelatinisasi parsial mempunyai nilai kapasitas antioksidan antara 38-54%. Model radikal bebas DPPH telah digunakan secara luas untuk mengevaluasi aktivitas antioksidan pada ekstrak buah-buahan dan sayuran. Metode ini didasarkan pada reaksi antioksidan donor hydrogen yang mereduksi radikal bebas DPPH dari violet menjadi DPHH-H yang berwarna kuning (Kumaran and Karunakaran, 2005). Jumlah absorbansi pada panjang gelombang 517 nm dari DPPH yang tereduksi menunjukkan kemampuan penangkalan radikal bebas dari antioksidan. Tabel 8. menunjukkan DPPH *radical-scavenging* aktivitas dari antosianin yang terkandung dalam tepung ubi jalar ungu tergelatinisasi sebagian. Hasil menunjukkan bahwa kemampuan penangkalan radikal bebas sedikit menurun akibat pemanasan selama proses gelatinisasi parsial.



Tabel 8. Kapasitas antioksidan tepung ubi jalar ungu termodifikasi secara gelatinisasi parsial

Perlakuan lama pemanasan (menit)	Aktivitas antioksidan (%)
75	38.02 b
0	39.16 b
60	48.06 ab
45	46.80 ab
30	52.48 a
15	53.90 a

\*Dua nilai tengah yang diikuti dengan huruf yang sama dinyatakan tidak berbeda pada taraf nyata 0,05 dengan uji BNT

### Sifat Amilografi

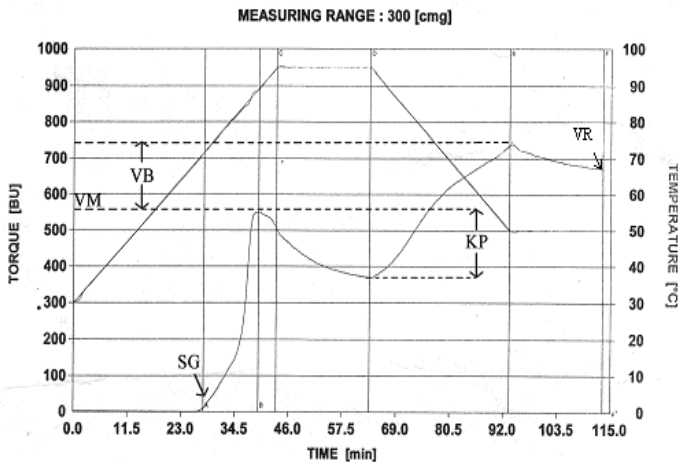
Hasil analisa karakteristik pasta dari tepung ubi jalar termodifikasi secara gelatinisasi parsial disajikan pada Tabel 9. Sedangkan contoh *amylograph* hasil pengamatan tepung ubi jalar ungu dengan menggunakan *Brabender Viscograph*, disajikan pada Gambar 6. Pemanasan yang ditujukan untuk proses gelatinisasi parsial menyebabkan suhu awal gelatinisasi menurun, dari 76.9°C pada tepung kontrol menjadi 59.8°C pada tepung dipanaskan selama 45 menit. Lebih lanjut proses pemanasan juga menyebabkan penurunan tajam pada viskositas maksimum dari 692 pada tepung control menjadi 257 BU pada tepung dipanaskan selama 75 menit. Suhu gelatinisasi merupakan suatu kisaran suhu yang dimulai dengan awal gelatinisasi sampai pati tergelatinisasi sempurna. Suhu awal merupakan suhu saat dimulainya granula membengkak, karena terimbibisi air, seiring dengan berlanjutnya proses pemanasan, viskositas menjadi lebih kental dan jernih karena granula mulai kehilangan sifat birefringent dan amilosa mulai keluar granula. Penurunan suhu awal gelatinisasi terjadi karena sebagian granula

sudah tidak dalam bentuk utuk (*intact*) sehingga proses perubahan pada granula lebih cepat tercapai. Tepung yang tidak digelatinisasikan sebagai mempunyai suhu gelatinisasi, viskositas maksimum, viskositas balik, *breakdown* (ketidak stabilan pasta), *setback* dan viskositas retrogradasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan tepung yang mengalami perlakuan gelatinisasi sebagian. Nilai viskositas maksimum berturut turut adalah 692, 335.5, 319.0 dan 376.0, 392.0 serta 257 BU untuk tepung yang digelatinisasikan selama 0, 15, 30 and 45, 60, and 75 menit pada 90°C. Viskositas maksimum menunjukkan pembengkakan maksimum yang dapat dicapai oleh granula pati sebelum pecah, dan juga dideskripsikan sebagai titik keseimbangan antara pembengkakan dan pemecahan granula pati (Liu *et al.*, 2006). Viskositas maksimum juga sering berkorelasi dengan kualitas produk akhir, juga dapat digunakan untuk memprediksi kebutuhan beban yang dikenakan untuk proses mixing. Selain itu viskositas maximum juga menunjukkan kemampuan kapasitas penyerapan air (*water holding capacity*) dalam hal ketahanan terhadap gesakan (*shear*). Penurunan viskositas maksimum pada tepung ubi jalar termodifikasi secara gelatinisasi parsial diduga disebabkan oleh degradasi ikatan glikosida pada rantai amilopektin dan amilosa.

Tabel 9. Karakteristik pasta tepung ubi jalar ungu termodifikasi

Pemanasan (menit)	T awal gelatinisasi (°C)	Viskositas (BU)						
		Max	Awal suhu tetap 90°C	Awal pendi- nginan	Akhir pendi- nginan	Akhir pendi- nginan pada suhu tetap 50°C	Break down	Set back
0	76.95	692.0	544.0	427.0	620.5	615.5	263.5	187.5

15	68.65	33 5. 5	207.5	319.5	526.0	553.0	13.0	200.5
30	67.70	31 9. 0	225.0	305.0	515.0	478.0	13.0	205.0
45	59.85	37 6. 5	269.0	363.5	571.5	567.5	12.0	203.0
60	63.85	39 2. 5	251.0	384.5	599.5	588.0	8.0	211.0
75	68.10	25 7. 0	185.0	252.0	415.0	402.0	4.0	160.0



Gambar 6. Bentuk kurva yang dihasilkan dari pengukuran sifat-sifat amylografi tepung ubi jalar ungu menggunakan Brabender Micro Viscoamylograph

Keterangan:

SG : Suhu awal gelatinisasi

VM : Viskositas maksimum

KP : Ketidakstabilan pasta pada suhu 95<sup>0</sup>C selama 20 menit

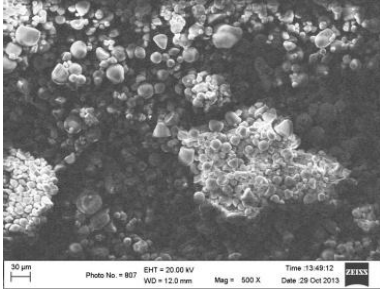
VB : Visk balik, merupakan selisih dari visk akhir pendinginan dan viskositas maksimum

VR : Viskositas setelah di dinginkan selam 20 menit pada suhu 50<sup>0</sup>C

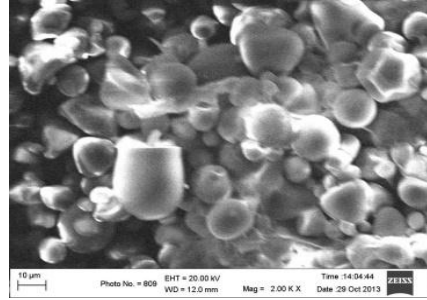
### **Morfologi Granula Tepung**

Bentuk dan penampakan permukaan granula pati dan tepung ubi jalar ungu yang diperoleh menggunakan *scanning electron microscopy* (SEM) disajikan pada Gambar 7-20.

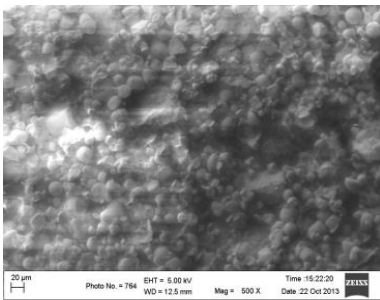
Ukuran granula pati ubi jalar berkisar antara 2-80  $\mu\text{m}$  dengan bentuk bervariasi dari bulat, oval dan polygonal (Gambar 7 dan 8). Hal serupa juga dilaporkan oleh Chen *et al.* (2003); Moorthy (2002); dan Hoover (2001). Gambar 9 dan 10 menunjukkan bentuk fisik tepung ubi jalar ungu tidak termodifikasi (asli). Gambar tersebut memperlihatkan bahwa granula pati masih tampak utuh dengan berbagai ukuran dan bentuk, serta dikelilingi oleh dinding sel yang masih menempel. Sedangkan Gambar 11 sampai 20 menunjukkan bahwa telah terjadi kerusakan granula dengan berbagai tingkatan. Sebagian granula tampak terfragmentasi, tergelatinisasi sebagian dan ada yang sudah terdistorsi menyatu dengan dinding sel.



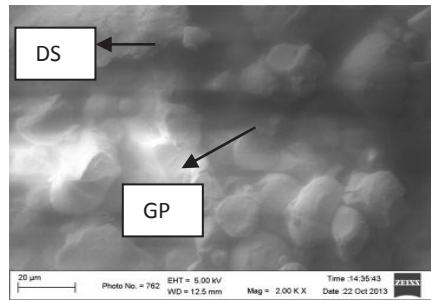
Gambar 7. Morfologi granula pati ubi jalar ungu perbesaran 500 X



Gambar 8. Morfologi granula pati ubi jalar ungu perbesaran 2000 X

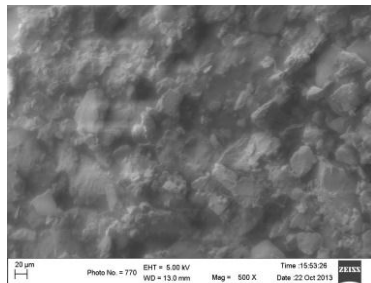


Gambar 9. Morfologi granula tepung ubi jalar ungu tanpa pemanasan perbesaran 500 X

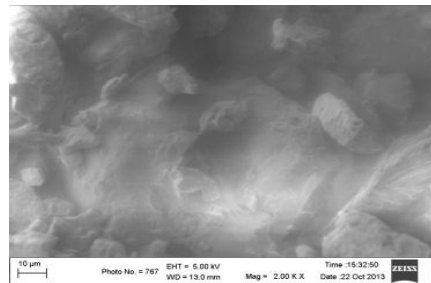


Gambar 10. Morfologi granula pati ubi jalar ungu tanpa pemanasan perbesaran 2000 X

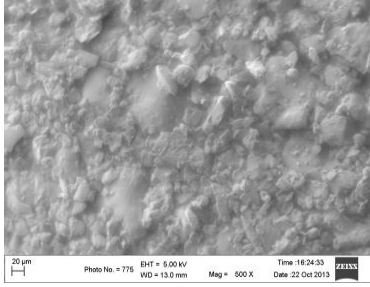
DS: dinding sel; GP: granula pati



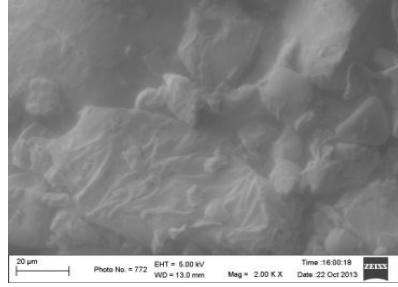
Gambar 11. Morfologi granula pati ubi jalar ungu dipanaskan 15 menit perbesaran 500 X



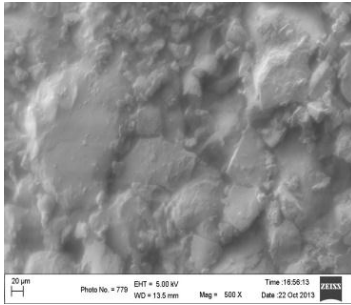
Gambar 12. Morfologi granula pati ubi jalar ungu dipanaskan 15 menit perbesaran 2000 X



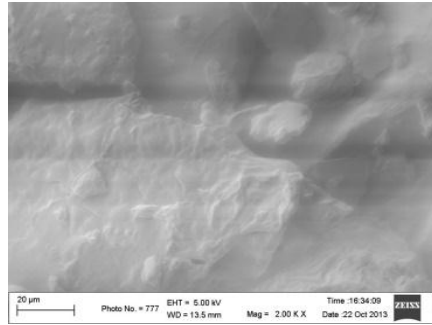
Gambar 13. Morfologi granula pati ubi jalar ungu dipanaskan 30 menit perbesaran 500 X



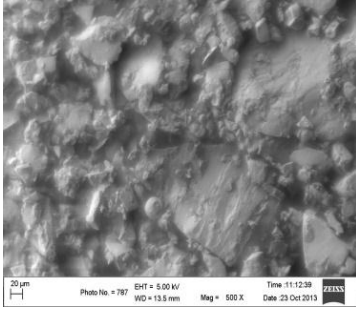
Gambar 14. Morfologi granula pati ubi jalar ungu dipanaskan 30 menit perbesaran 2000 X



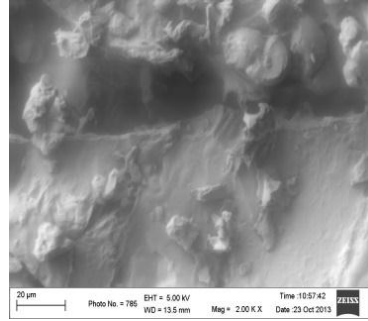
Gambar 15. Morfologi granula pati ubi jalar ungu dipanaskan 45 menit perbesaran 500 X



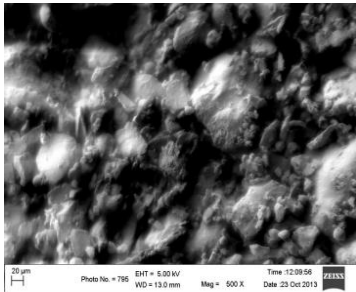
Gambar 16. Morfologi granula pati ubi jalar ungu dipanaskan 45 menit perbesaran 2000 X



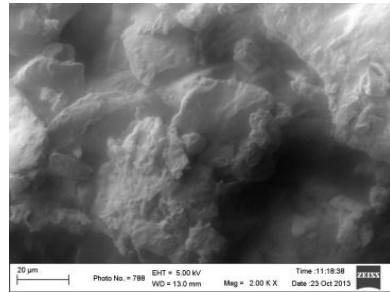
Gambar 17. Morfologi granula pati ubi jalar ungu dipanaskan 60 menit perbesaran 500 X



Gambar 18. Morfologi granula pati ubi jalar ungu dipanaskan 60 menit perbesaran 2000 X



Gambar 19. Morfologi granula pati ubi jalar ungu dipanaskan 75 menit perbesaran 500 X



Gambar 20. Morfologi granula pati ubi jalar ungu dipanaskan 75 menit perbesaran 2000 X

### Daya pembengkakan dan Kelarutan (*Swelling Power* dan *Solubility*)

Nilai *swelling power* dan *solubility* tepung ubi jalar termodifikasi secara gelatinisasi parsial dipengaruhi secara nyata oleh perlakuan lama pemanasan pada proses gelatinisasi parsial. Semakin lama waktu pemanasan, semakin tinggi suhu pengukuran, semakin tinggi nilai *swelling power* dan kelarutan (Tabel 10 dan 11). Hasil serupa juga dilaporkan oleh Yadav *et al.* (2007).

Tabel 10. *Swelling power* tepung ubi jalar ungu termodifikasi secara gelatinisasi parsial

Perlakuan lama pemanasan pada suhu 90°C	<i>Swelling power</i> (g/g)			
	60°C	70°C	80°C	90°C
0 menit	6,2589a	9,0266a	15,4753a	20,1021a
15 menit	8,7282b	17,4697b	24,5187b	32,4924b
30 menit	12,1540c	18,9828c	28,5409c	35,5892c
45 menit	16,7494d	21,8031d	32,2689d	37,6945d
60 menit	17,7482e	22,3691e	32,0949d	38,6758e
75 menit	19,8442f	26,6013f	43,8353e	52,8022f

\*Dua nilai tengah yang diikuti dengan huruf yang sama dinyatakan tidak berbeda pada taraf nyata 0,05 dengan uji BNT

Tabel 11. Kelarutan (*solubility*) tepung ubi jalar ungu Tergelatinisasi sebagian

Perlakuan lama pemanasan pada suhu 90°C	Kelarutan (%)			
	60°C	70°C	80°C	90°C
0 menit	4,465a	5,220a	4,567a	5,385a
15 menit	5,750b	6,775b	7,095b	7,070b
30 menit	5,840b	6,750c	7,075c	7,365c
45 menit	6,340d	6,850d	7,115d	7,425d
60 menit	6,600e	6,750e	7,200e	7,495d
75 menit	6,655f	7,460f	8,050f	8,220f

\*Dua nilai tengah yang diikuti dengan huruf yang sama dinyatakan tidak berbeda pada taraf nyata 0,05 dengan uji BNT



## Kadar Pati

Ubi jalar adalah salah satu umbi-umbian yang mengandung kadar pati tinggi. Kandungan pati ini 30% lebih tinggi daripada kandungan pati pada jagung (Wang, 1984). Perbedaan lama pemanasan pada saat proses modifikasi tidak mempunyai pengaruh nyata terhadap kadar pati tepung ubi jalar ungu. Kandungan pati tepung ubi jalar ungu berkisar antara 33 sampai 39,5 % berdasarkan berat kering (Tabel 12).

Tabel 12. Kadar pati tepung ubi jalar ungu tergelatinisasi sebagian

Perlakuan lama pemanasan pada suhu 90°C	Kadar pati (%)
0 menit	39,5110a*
15 menit	33,0660a
30 menit	35,8396a
45 menit	34,5153a
60 menit	35,3066a
75 menit	34,9472a

\*Dua nilai tengah yang diikuti dengan huruf yang sama dinyatakan tidak berbeda pada taraf nyata 0,05 dengan uji BNT

## Kadar Amilosa

Kadar amilosa tepung ubi jalar termodifikasi secara gelatinisasi parsial berkisar antara 24 - 28,4% (Tabel 13). Amilosa adalah homopolimer dari glukosa dengan ikatan  $\alpha$ ,6 yang merupakan salah satu komponen utama penyusun pati setelah amilopektin. Pada umumnya kandungan amilosa pada ubi jalar berkisar antara 10-15%, dan ini termasuk relatif rendah bila dibandingkan dengan sumber pati lainnya (Noda et al., 1998). Sedangkan Chen (2003) melaporkan bahwa kandungan pati dari ubi jalar bervariasi antara 6.9 - 30.7%, dan kandungan amilosa berkisar antara 8.5 - 38%. Rasio antara

amilosa dan amilopektin ini sangat mempengaruhi sifat fungsional pati. Perlakuan gelatinisasi parsial pada tepung ubi jalar ungu menyebabkan kenaikan proporsi amilosa, sehingga diharapkan dapat meningkatnya kekenyalan atau kekuatan gel yang terbentuk pada produk akhir.

Tabel 13. Kadar amilosa tepung ubi jalar ungu tergelatinisasi sebagian

Perlakuan lama pemanasan pada suhu 90°C	Kadar amilosa (%)
0 menit	28,3558 a*
15 menit	21,6725 c
30 menit	22,0293 c
45 menit	24,2018 b
60 menit	24,1693 b
75 menit	24,2975 b

\*Dua nilai tengah yang diikuti dengan huruf yang sama dinyatakan tidak berbeda pada taraf nyata 0,05 dengan uji BNT

## **BAB V.**

# **MODIFIKASI TEPUNG UBI JALAR BERDAGING PUTIH**

### **5.1. Secara Fermentasi Laktat**

Tepung modifikasi fermentasi laktat merupakan salah satu produk tepung yang diproses menggunakan prinsip memodifikasi sel ubi secara fermentasi oleh bakteri asam laktat yang mendominasi selama berlangsungnya fermentasi tersebut. BAL yang tumbuh menghasilkan enzim pektinolitik dan selulolitik yang dapat mendegradasi dinding sel ubi jalar sedemikian rupa, sehingga terjadi pembebasan granula pati dan perubahan karakteristik dari tepung yang dihasilkan.

Fermentasi laktat merupakan proses fermentasi yang berlangsung dalam keadaan anaerob oleh bakteri asam laktat (BAL). Bakteri ini membutuhkan karbohidrat yang dapat difermentasi untuk pertumbuhannya bakteri asam laktat umumnya mendapatkan energi dari glukosa walaupun beberapa spesies juga menggunakan gula lain seperti laktosa, sukrosa dan xilosa (Sneel, 1952). Sifat-sifat khusus bakteri asam laktat adalah mampu tumbuh pada kadar gula, alkohol, dan garam yang tinggi, mampu memfermentasikan monosakarida dan disakarida. Pada proses modifikasi pati dan atau tepung ubi jalar secara fermentasi, pati dan glukosa yang terkandung dalam ubi jalar merupakan sumber energi penting yang dibutuhkan oleh bakteri asam laktat pada proses fermentasi.

Fermentasi asam laktat dipengaruhi oleh beberapa factor, diantaranya garam dan lama fermentasi. Garam dapat berperan sebagai penyeleksi mikroorganismenya yang diperlukan. Jumlah garam yang ditambahkan berpengaruh pada populasi dan jenis mikroorganismenya yang dapat tumbuh (Desrosier, 1969). Konsentrasi garam dapat menentukan mutu hasil fermentasi bersama-sama dengan jenis substrat, mikroorganismenya yang tumbuh, suhu, waktu, pH, dan jumlah oksigen (Pederson, 1970). Faktor lain yang mempengaruhi hasil fermentasi adalah lama fermentasi. Selama fermentasi, bakteri asam laktat akan tumbuh menghasilkan asam-asam organik seperti asam laktat yang akan berpengaruh terhadap total asam dan pH akhir yang dihasilkan, semakin lama fermentasi berlangsung maka konsentrasi asam meningkat terutama asam laktat sehingga pH akan turun (Subagio, 1996). Menurut Kramlich (1971), penggunaan strater kultur dalam proses fermentasi, menyebabkan bakteri yang diinginkan menjadi dominan dan fermentasi dapat berjalan dengan cepat.

Fermentasi ubi jalar dapat dilakukan dengan penambahan kultur bakteri asam laktat *Lactobacillus plantarum* (Yuliana *et al.*, 2014), *Leuconostoc mesenteroides* (Margaretha, 2010), cairan piket ubi jalar (Zahrotinufus, 2014) dan secara spontan dengan penambahan gula dan garam pada media fermentasi (Apriyantono, 2004).

Prinsip modifikasi bahan pangan dengan cara fermentasi asam laktat adalah bakteri asam laktat (BAL) yang tumbuh menghasilkan asam organik serta enzim pektinolitik dan selulolitik yang dapat mendegradasi dinding sel ubi jalar sedemikian rupa, sehingga terjadi liberasi granula pati. Enzim dan asam organik yang dihasilkan bakteri asam laktat akan mendegradasi sebagian pati menjadi polimer yang lebih pendek rantainya, sehingga memperbaiki sifat fungsional tepung (Salim, 2011). Adanya aktivitas enzim yang dimiliki oleh Bakteri Asam Laktat juga dapat mempengaruhi perubahan tekstur produk yang difermentasi (Wouters *et al.*, 2002). Asam organik yang dihasilkan juga akan memperbaiki aroma dan flavor serta mempertahankan warna tepung menjadi lebih baik, sehingga memperbaiki organoleptik (Vogel *et al.*, 2002). Perubahan lainnya

dari karakteristik tepung yang difermentasi laktat adalah naiknya viskositas, kemampuan gelasi, daya rehidrasi dan kemudahan melarut (Zubaidah dan Irawati, 2013).

Perubahan penting lainnya selama proses fermentasi adalah warna meningkatnya derajat putih tepung ubi jalar. Derajat putih tepung dapat menurun akibat adanya pencoklatan secara enzimatik yang terjadi akibat senyawa polifenol yang bereaksi dengan oksigen dan dikatalis oleh enzim polifenolase. Pencoklatan dapat ditekan dengan fermentasi, karena suasana asam selama fermentasi menyebabkan enzim polifenolase menjadi inaktif. Oleh karena itu, ubi jalar yang difermentasi menjadi lebih putih. Saat fermentasi berlangsung juga terjadi penurunan kandungan protein dan gula pereduksi penyebab warna coklat ketika pemanasan (pencoklatan non enzimatis). Berkurangnya protein dan gula pereduksi menyebabkan warna tepung modifikasi yang dihasilkan lebih putih jika dibandingkan dengan warna tepung ubi jalar biasa.

## **5.2. Secara Fermentasi dengan Khamir *Saccharomyces cerevisiae***

Khamir dapat dibedakan atas dua kelompok berdasarkan sifat metabolismenya yaitu bersifat fermentatif dan oksidatif. Jenis fermentatif dapat melakukan fermentasi alkohol yaitu memecah gula (glukosa) menjadi alkohol dan gas contohnya pada produk roti. Sedangkan oksidatif (respirasi) akan menghasilkan karbon dioksida dan air (Fardiaz, 1992). Khamir tersebut mempunyai enzim  $\alpha$ -amilase dan glukoamilase yang mempercepat penguraian pati menjadi glukosa dan maltose (Hatmanti, 2000). Enzim  $\alpha$ -amilase dan glukoamilase yang dihasilkan khamir, dapat mendegradasi pati. Enzim ekstraseluler, khususnya  $\alpha$ -amilase akan memutus ikatan glikosidik  $\alpha$  (1,4) yang merupakan penyusun pati (Sari, 2009), sehingga terjadi penurunan kadar amilosa (Mutia, 2011). Degradasi dilakukan secara acak, sehingga struktur pati menjadi lebih pendek dan pati dapat lebih mudah dicerna. Amilopektin memiliki struktur rantai yang bercabang, sehingga cukup sulit untuk terputus dan menyebabkan kadar amilopektin pada pati ubi jalar tetap tinggi.

Khamir *Saccharomyces cerevisiae* dan bakteri asam laktat *Lactobacillus plantarum* dapat tumbuh bersama-sama dalam fermentasi ubi. Keduanya memiliki kemampuan untuk tumbuh dalam kondisi aerobik maupun anaerobik dan disebut anaerob fakultatif (Fardiaz, 1992). *Saccharomyces cerevisiae* dan *Lactobacillus plantarum* memiliki kemampuan untuk menghidrolisis pati menjadi gula sebagai nutrisi untuk pertumbuhan mereka. Gula hasil perombakan tersebut digunakan dalam proses metabolisme *Lactobacillus plantarum* dan menghasilkan asam laktat. Asam laktat yang dihasilkan tidak menghambat pertumbuhan khamir karena khamir dapat hidup dalam kondisi asam. Selain itu, bakteri asam laktat juga menghidrolisis protein untuk memperoleh nitrogen yang dibutuhkan untuk pertumbuhan, sehingga *Saccharomyces cerevisiae* dan *Lactobacillus plantarum* dapat tumbuh bersama-sama.

Hasil penelitian Mutia (2011), menunjukkan pertumbuhan inokulum campuran pada tapioka terfermentasi ini didahului oleh pertumbuhan *Saccharomyces cerevisiae* lalu diikuti *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus plantarum* lebih cepat mengalami fase kematian logaritmik dan sebaliknya *Saccharomyces cerevisiae* mengalami pengurangan fase pertumbuhan logaritmik. Khamir yang dapat merombak asam laktat menjadi alkohol, dan alkohol yang dihasilkan beserta suasana asam menjadi penyebab kematian bakteri asam laktat.

Menurut Purba *et al.* (2012), tepung ubi jalar dari proses fermentasi ragi tape menghasilkan rendemen sebesar 28%, warna tepung lebih cerah, dan kandungan protein yang cukup tinggi (4,67%). Ketika tepung ini digunakan untuk membuat mie basah, menghasilkan sensori mendekati mie basah dari tepung terigu. *Saccharomyces cerevisiae* dalam bentuk ragi dapat langsung digunakan sebagai inokulum pada proses fermentasi, sehingga tidak diperlukan penyiapan inokulum secara khusus.

## BAB VI.

# FUNGSI FISILOGI UBI JALAR

### 6.1. Aktifitas Antioksidan

Stres oksidatif dapat mengakibatkan timbulnya beberapa penyakit kronis seperti berbagai jenis kanker, penyakit kardiovaskular, radang sendi, diabetes, gangguan autoimun, neurodegeneratif, dan penuaan. Meskipun tubuh telah dilengkapi dengan berbagai sistem pertahanan antioksidan internal, seperti enzim superoksida dismutase, katalase, dan glutathion peroksidase serta senyawa lain seperti asam lipoat, asam urat, asam askorbat,  $\alpha$ -tokoferol, dan glutathion, akan tetapi keberadaan enzim-enzim dan senyawa senyawa tersebut sering kali tidak mencukupi kebutuhan, sehingga diperlukan antioksidan dari luar.

Berbagai jenis tanaman aneka umbi dilaporkan mempunyai kemampuan sebagai sumber antioksidan. Sebagai contoh, kulit ubi jalar dilaporkan memiliki efek yang kuat untuk penyembuhan luka. Hal ini disebabkan oleh kemampuan dari zat-zat fitokimia dalam menangkal radikal bebas dan menghambat oksidasi lemak (Chimkode *et al.*, 2009; Panda and Sonkamble, 2011). Suzuki *et al.* (1996) melaporkan bahwa luka bakar pada tikus yang diberi serat pangan dari ubi jalar mengalami penyembuhan yang lebih cepat dengan bekas luka yang lebih kecil dibandingkan dengan luka pada tikus yang diberi pakan kontrol. Ekstrak petroleum eter dari ubi jalar telah menunjukkan dapat memulihkan bekas luka lebih baik jika dibandingkan dengan kontrol (Chimkode *et al.*, 2009). Penelitian

lain menunjukkan bahwa kandungan hidroksiprolin ditemukan meningkat secara signifikan pada kelompok uji dibandingkan dengan kelompok kontrol yang terluka. Peningkatan kandungan hidroksiprolin menyebabkan peningkatan sintesis kolagen yang meningkatkan penyembuhan luka. Selain itu, kandungan malondialdehyde menurun pada kelompok uji dibandingkan dengan kelompok kontrol yang terluka. Hal ini mengindikasikan bahwa kulit ubi jalar mempunyai efek penghambatan terhadap oksidasi lemak (Panda and Sonkamble, 2011).

## 6.2. Aktivitas Antikanker

Kanker adalah penyebab utama kematian di seluruh dunia, dan sebagian besar berhubungan dengan kebiasaan makanan dan gaya hidup yang tidak sehat. Kandungan fitokimia ubi jalar telah dilaporkan mempunyai efek antikanker pada beberapa jenis garis sel karsinoma dan model hewan percobaan

Huang *et al.* (2004) melaporkan bahwa ekstrak air ubi jalar memiliki aktivitas antiproliferatif yang lebih tinggi daripada ekstrak etanol. Fitokimia dalam ubi jalar dapat memberikan efek yang signifikan pada aktivitas antioksidan dan antikanker secara *in vitro* (Huang *et al.*, 2004). Dua pigmen antosianin, yaitu, 3- (6,6'-caffeylferulylsophoroside) -5-glucoside dari sianidin (YGM-3) dan peonidin (YGM-6), yang diisolasi dari ubi jalar ungu secara efektif menghambat mutasi terbalik yang disebabkan oleh mutagenik pirolisis tryptophan (Trp-P-1, Trp-P-2) dan imidazoquinoline (IQ) pada sistem aktivasi mikrosomal hati tikus (Yoshimoto *et al.*, 1999).



### 6.3. Aktivitas hypoglisemik

Diabetes mellitus adalah kelainan kronis yang ditandai dengan peningkatan kadar glukosa dalam darah dan komplikasi yang dapat menyebabkan kematian. Ekstrak kulit ubi jalar telah dilaporkan menurunkan kadar glukosa plasma pasien diabetes (Ludvik *et al.*, 2002). Ekstrak ubi jalar berdaging dan berkulit putih mengurangi hiperinsulinemia pada tikus Zucker sebesar 23, 26, 60, dan 50%, masing-masing, setelah 3, 4, 6, dan 8 minggu, masing-masing, memulai pemberian oral kulit ubi jalar putih mirip dengan troglitazone (insulin sensitizer) (Kusano dan Abe, 2000). Selain itu, kadar triasilgliserol darah (TG), asam lemak bebas (FFA), dan laktat juga diturunkan oleh pemberian kulit ubi jalar putih secara oral. Dalam pemeriksaan histologis pankreas tikus Zucker, regranolasi yang luar biasa dari sel-B pulau sel pankreas diamati pada kelompok kulit ubi jalar putih dan troglitazone setelah 8 minggu pengobatan. Berdasarkan temuan ini disimpulkan bahwa kulit ubi jalar putih cenderung meningkatkan glukosa abnormal dan metabolisme lipid pada diabetes mellitus yang resistan terhadap insulin. Untuk mendukung pengamatan ini, konsumsi 4 g caiapo, ekstrak kulit ubi jalar putih, per hari selama 6 minggu mengurangi glukosa darah puasa dan total serta *low density lipoprotein* (LDL) kolesterol pada pasien diabetes tipe 2 pria Kaukasia yang sebelumnya dirawat dengan diet saja (Ludvik *et al.*, 2002). Namun, perubahan signifikan tidak diamati antara dosis rendah caiapo dan plasebo. Peningkatan sensitivitas insulin, sebagaimana ditentukan oleh tes toleransi glukosa intravena (FSIGT) yang sering disampel, menunjukkan bahwa ekstrak caiapo menunjukkan efek menguntungkan melalui pengurangan resistensi insulin. Kemudian Ludvik *et al.* (2004) mengkonfirmasi efek menguntungkan caiapo pada kadar glukosa dan serum kolesterol pada pasien diabetes tipe 2 yang diobati dengan diet saja selama 3 bulan setelah pengamatan. Peningkatan kadar glukosa darah puasa dan kadar glukosa selama OGTT dan dalam keadaan postprandial serta peningkatan kontrol glukosa jangka panjang juga diamati sebagaimana ditunjukkan oleh penurunan HbA1c secara signifikan (Ludvik *et al.*, 2004).

#### 6.4. Antiobesitas

Hwang *et al.* (2011) melaporkan bahwa ubi jalar ungu dapat digunakan untuk pencegahan obesitas. Fraksi antosianin ubi jalar ungu dapat menghambat akumulasi lemak hepatik melalui induksi jalur pensinyalan protein kinase (AMPK) adenosin monofosfat. AMPK memainkan peran penting dalam regulasi sintesis lemak dalam jaringan metabolik (Hwang *et al.*, 2011). Dosis antosianin 200 mg/kg berat badan per hari mengurangi penambahan berat badan dan akumulasi triasilgliserol hati dan meningkatkan parameter serum lemak pada tikus yang diberi makan ubi jalar ungu selama 4 minggu. Selanjutnya, pemberian antosianin meningkatkan fosforilasi AMPK dan asetil koenzim A karboksilase (ACC) di hati dan heposit HepG2.

Kondisi pengolahan, seperti pengupasan, pengeringan, dan perlakuan sulfit, dapat mengubah sifat fisiokimia dan kualitas gizi tepung ubi jalar (Ahmed *et al.*, 2010). Tepung ubi jalar umumnya digunakan untuk meningkatkan karakteristik produk makanan melalui warna, rasa, dan rasa manis alami dan ditambah nutrisi. Hal tersebut juga berfungsi sebagai pengganti tepung sereal, yang terutama mengandung gluten yang tidak cocok untuk penderita penyakit celiac (Caperuuto *et al.*, 2000). Tepung ubi jalar yang dikupas dan tidak dikupas dengan atau tanpa perlakuan sulfit menunjukkan tingkat pencoklatan yang lebih tinggi suhu 55°C. Akan tetapi, intensitas pencoklatan menurun dengan meningkatnya suhu pengeringan (Ahmed *et al.*, 2010). Selanjutnya, kandungan-karoten dari semua tepung menurun dengan meningkatnya suhu. Total kandungan fenolik menurun pada suhu pengeringan yang lebih tinggi untuk tepung ubi jalar yang dikupas dan tidak dikupas tanpa perlakuan sulfit. Tepung ubi jalar yang belum dikupas memiliki kandungan fenolik yang lebih tinggi yang disumbangkan oleh kulit umbi (Mondy and Gosselin, 1988). Tepung ubi jalar dengan perlakuan sulfit menunjukkan kandungan fenolat dan asam askorbat yang lebih tinggi dan ini bisa disebabkan oleh inaktivasi polifenol oksidase oleh sulfit. Sulfit bereaksi dengan kuinin dan menghambat

aktivitas polifenol oksidase dan menghabiskan kandungan oksigen (Sapers *et al.*, 1997).

Shih *et al.* (2009) melaporkan sifat fisiokimia dan fisiologis serta bioaktivitas dari dua varietas ubi jalar, yaitu kuning (varietas: Tainong 57) dan oranye (varietas: Tainong 66), yang dikeringkan menggunakan menggunakan metode yang berbeda seperti pengeringan beku, udara panas, dan ekstrusi. Ubi jalar kuning dan orange yang diekstrak menggunakan 70% metanol menunjukkan perbedaan kapasitas antioksidan. Selain itu, perbedaan aktivitas antioksidan juga dilaporkan dipengaruhi oleh kondisi/metode proses (Shih *et al.*, 2009). Sampel-sampel kering dari ubi jalar oranye menunjukkan kandungan fenolat, karoten dan antosianin yang tinggi, dan aktivitas penangkalan radikal bebas yang lebih tinggi dibandingkan dengan kandungan dan aktivitas serupa pada ubi jalar kuning. Proses ekstrusi secara signifikan meningkatkan aktivitas penangkalan radikal DPPH dan TPC, sedangkan kandungan antosianin dan karoten menurun. Peningkatan kadar asam fenolate setelah ekstrusi dapat disebabkan oleh pelepasan asam fenolat terikat dan turunannya dari dinding sel tanaman (Shih *et al.*, 2009). Pengeringan menggunakan udara panas menyebabkan aktivitas penangkalan radikal DPPH lebih tinggi dibandingkan dengan ubi jalar kuning yang dikeringkan menggunakan *freeze dryer*, akan tetapi ubi jalar orange menunjukkan fenomena yang berlawanan (Shih *et al.*, 2009). Senyawa fenolik, antosianin, dan  $\beta$ -karoten dilaporkan menjadi senyawa yang bertanggung jawab untuk bertindak sebagai bioaktiv (Shih *et al.*, 2009; Kampa *et al.*, 2004). Retensi  $\beta$ -karoten menurun dengan lama perebusan, pengukusan, dan pemanasan menggunakan mockrowave oven (Wu *et al.*, 2008). Perebusan 50 menit mengurangi sepertiga kandungan  $\beta$ -karoten. Lebih lanjut, pengukusan mengurangi kandungan  $\beta$ -karoten yang lebih tinggi dibandingkan dengan perebusan. Sedangkan pemanasan dengan microwave menyebabkan degradasi yang tertinggi (Wu *et al.*, 2008).

# DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, M., M.S. Akter., and J.B. Eun. 2010. Peeling, drying temperatures, and sulphite-treatment affect physicochemical properties and nutritional quality of sweet potato flour. *Food Chemistry*. 121(1):112-118.
- Aina, A.J., K.O. Falade., J.O. Akingbala., and P. Titus. 2009. Physicochemical properties of twenty-one Caribbean sweet potato cultivars. *Int. J. Food Sci. Technol.* 44:1696-1704.
- Antarlina, S.S. 1998. Utilization of Sweet Potato Flour for Making Cookies and Cakes. Dalam Hendroatmodjo, K. H., Y. Widodo, Sumaron, Guritno B (Eds), Research accomplishment of Root Crops for Agricultural Development in Indonesia. Indonesia: Research institute for Legume and Tuber Crops. Jakarta. p: 13-23.
- Apriyantono. 2004. Pengolahan Berbagai Makanan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Astawan, M., dan S. Widowati. 2005. Evaluasi mutu gizi dan indeks glikemik ubi jalar sebagai dasar pengembangan pangan fungsional. Laporan Hasil Penelitian Rusnas Diversifikasi Pangan Pokok. IPB. Bogor.
- Baumgardner, R.A., and L.E. Scott. 1963. The relation of pectin substances to firmness of processed sweet potatoes. *Amer. Soc. Hort. Sci.* 83: 629-639.

- Boukamp, J.C. 1985. *Sweet potato products: A Natural Resource for The Tropics*. CRC Press. Boca Raton. Florida.
- Bovell-Benjamin, A.C. 2007. Sweet potato: a review of its past, present, and future role in human nutrition. In: Taylor SL (Ed) *Advances in Food and Nutrition Research* 52. Academic Press. Elsevier Inc., San Diego. USA. pp 1-59.
- BPS. Badan Pusat Statistik. 2016. Tabel luas panen produktivitas produksi tanaman ubi jalar seluruh provinsi. Diunduh tanggal 8 Januari 2018 <http://www.bps.go.id/tnm>.
- Bradbury, J.H., J. Baines., B. Hammer., T. Nguyen., M. Anders., and J.S. Miller. 1984. Protein quantity and quality and trypsin inhibitor content of sweet potato cultivars from highlands of Papua New Guinea. *J. Agri. Food Chem.* 33: 281-285.
- Bradbury, J.H. 1988. The chemical composition of tropical root crops. *Asean Food Journal.* 4(1): 3-13.
- Brouillard, R. 1982. Chemical structure of anthocyanins. P Markakis (Ed.), *Anthocyanins as Food Colors*, Academic Press, New York, USA.
- Buesher, R.W., W.A. Sistrunk, and A.E. Kasaian. 1976. Induction of textural changes in sweet potato roots by chilling. *J. Amer. Hort. Sci.* 101(5): 516-519.
- Caperuto, L., J. Amaya-Farfan., and C. Camargo. 2000. Performance of quinoa (*Chenopodium quinoa* wild) flour in the manufacture of gluten-free spaghetti. *Journal of the Science of Food and Agriculture.* 81:95-101.
- Cereda, M.P., F.A.D. Conceicao., A.M. Cagliari., A.M. Haezen., and R.B. Fioratto. 1982. Cooperation study of sweet potato (*Ipomoea batatas*) varieties to estimate their utilization in the food industry. *Portuguese Tarrialba.* 32(4): 365-70.

- Cevallos-Casals, B.A., and L.A. Cisneros-Zevallos. 2004. Stability of anthocyanin based aqueous extracts of Andean purple corn and red-fleshed sweet potato compared to synthetic and natural colorants. *Food Chemistry*. 86: 69-77.
- Chen, Z., H. Schols., and A. Voragen. 2003. Starch granule size strongly determines starch noodle processing and noodle quality. *J. Food Sci.* 68: 1584-1589.
- Chimkode, R., M. B. Patil., and S. S. Jalalpure. 2009. Wound healing activity of tuberous root extracts of *Ipomoea batatas*" *Advances in Pharmacology and Toxicology*. 10:69-72.
- Chung, H.J., H.S. Lim, and S.T. Lim. 2006. Effect or partial gelatinization on the enzymatic digestion of waxy rice starch. *Journal of Cereal Science*. 43:353-359.
- Chung, H.J., Q. Liu, and R. Hoover. 2009. Impact of annealing and heat-moisture treatment on rapidly digestible, slowly digestible and resistant starch levels in native and gelatinized corn, pea and lentil starches. *Carbohydrate Polymers*. 75: 436-447.
- Cipriano, P. A., L. Ekici., R.C. Barnes., C. Gomes., and T. Talcott. 2015. Pre-heating and polyphenol oxidase inhibition impact on extraction of purple sweet potato anthocyanin. *Food Chem.* 180:227-234.
- Desroier. 2008. *Teknologi Pengawetan Pangan*. Diterjemahkan oleh Muljoharjo. UI-Press. Jakarta. 614 Hlm.
- Endrika, W. 2012. *Modifikasi Pati*. Universitas Brawijaya. Malang.
- Fardiaz, S. 1992. *Mikrobiologi Pangan I*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Falade, K.O., and J.O. Solademi. 2010. Modelling of air drying of fresh and blanched sweet potato slices. *Int. J. Food Sci. Technol.* 45:278-288.

- Fellows, P.J. 2000. *Food Processing Technology - Principles and Practice* (2<sup>nd</sup> Edition). CRC Press. Boca Raton Boston. New York. Washington, DC Woodhead Publishing Limited. Cambridge England.
- Fernandez, A., J. Wenham., D. Dufour., and C. Wheatley 1996. The influence of variety and processing on the physicochemical and functional properties of cassava starch and flour Pp. 263–269 in Dufour, D., editor: O'Brien, G.M., editor: Best R., editor, eds *Cassava starch and flour: progress in research and development*. CIAT, Montpellier France.
- Friedman, M. 1997. Chemistry, biochemistry, and dietary role of potato polyphenols. A review. *J. Agric. Food Chem.* 45:1523–1540.
- Giusti, M.M., L.E. Rodriguez-Saona, D. Griffin, R.E. Wrolstad. 1999. Electrospray and tandem mass spectroscopy as tools for anthocyanin characterization. *J Agric Food Chem* 47:46574664
- Giusti, M., and R. Wrolstad. 2001. Characterization and measurement of anthocyanins by UV-visible spectroscopy. *Current Protocols in Food Analytical Chemistry*, F1.2.1–F1.2.13.
- Giusti, M., and R.E. Wrolstad. 2003. Acylated anthocyanins from edible sources and their applications in food systems. *Biochemical Engineering Journal*. 14:217–225.
- Glicksman, M. 1969. *Gum Technology in The Food Industry*. Academic Press. London.
- Goda, Y., T. Shimizu., Y. Kato, M. Nakamura., T. Maitani., T. Yamada., N. Terahara., and M. Yamaguchi. 1997. Two acylated anthocyanins from purple sweet potato. *Phytochemistry*. 44: 183–186.
- Grant, V. 2003. Select markets for taro, sweet potato and yam. A report for the Rural Industries Research and Development Corporation (RIRDC). Publication No 0 3 /052 RIRDC project No UCQ-13A. Online: <http://www.rirdc.gov.au>.

- Hatmanti, A. 2000. Pertumbuhan *Saccharomyces fibuligera* dan *Saccharomyces cerevisiae* pada Fermentasi Etanol Kulit Pisang Cavendish pada pH Awal yang Berbeda. *Balitbang Lingkungan Laut. Puslitbang Oseanologi. LIPI. Bogor.* 41-49 hlm.
- Hidayat, B., N. Kalsum., dan Surfiana. 2009. Perbaikan karakteristik tepung ubi kayu menggunakan metode prigelatinisasi parsial. *Jurnal Teknologi Industri dan Hasil Pertanian.* 14 (2): 148-159.
- Huang, D.C., C.D. Lin., H.J. Chen., and Y.H. Lin. 2004. Antioxidant and antiproliferative activities of sweet potato (*Ipomoea batatas* [L.] Lam “Tainong57”) constituents. *Botanical Bulletin of Academia Sinica.* 45(3):179-186.
- Hwang, Y.P., J.H. Choi., and E.H. Han. 2011. Purple sweet potato anthocyanins attenuate hepatic lipid accumulation through activating adenosine monophosphate-activated protein kinase in human HepG2 cells and obese mice. *Nutrition Research.* 31(12):896-906.
- Jusuf, M., Y. Hilman., E. Ginting., dan A. Setiawan. 2006. Selection of sweetpotato clones with high anthocyanin content in Indonesia. *Acta Horticulturae.* 703:165-170.
- Kähkönen, M.P., J. Heinämäki., V. Ollilainen., and M. Heinonen. 2003. Berry anthocyanins: Isolation, identification and antioxidant activities. *Journal of the Science of Food and Agriculture.* 83:1403-1411.
- Kähkönen, M.P., and M. Heinonen. 2003. Antioxidant activity of anthocyanins and their aglycons. *Journal of Agricultural and Food Chemistry.* 51: 628-633.
- Kampa, M., V.I. Alexaki., and G. Notasetal. 2004. Antiproliferative and apoptotic effects of selective phenolic acids on T47D human breast cancer cells: potential mechanisms of action” *Breast Cancer Research.* 6(2): R63-74.



- Kano, M., T. Takayanagi., K. Harada., K. Makino., and F. Ishikawa. 2005. Antioxidative activity of anthocyanins from purple sweet potato, *Ipomoea batatas* cultivar Ayamurasaki. *Bioscience, Biotechnology and Biochemistry*. 69: 979– 988.
- Katan, M.B., and N.M. De Roos. 2004. Promises and problems of functional foods. *Critical Rev. Food Sci. Nutr*. 44:369–377.
- Kay, D.E. 1973. Sweet potato. In *Crop and Product Digest 2: Root Crops*. Tropical Institute. London.
- Kramlich, W.E. 1971. Sausage Product. Didalam Priece J.F. dan B.S. Schweghrt, editor. *The Science of Meat Product*. Ed ke-2. San Fransisco: WH Freeman.
- Pusat Data dan Informasi (Pusdatin) Kementrian Pertanian. 2016. Outlook Komoditas Pertanian Tanaman Pangan Ubi Jalar.
- Kim, H.W., J.B. Kim., S.M. Cho., Mi. N. Chung., Y. M. Lee., S. M. Chu., J.H. Che., S.N. Kim., S.Y. Kim., Y.S. Cho., J.H. Kim., H.J. Park., and D.J. Lee. 2012. Anthocyanin changes in the Korean purple-fleshed sweet potato, Shinzami, as affected by steaming and baking. *Food Chemistry*. 130: 966–972.
- Konczak-Islam, I., M. Yoshimoto., D.X. Hou., N. Terahara, and O. Yamakawa. 2003. Potential chemopreventive properties of anthocyanin-rich 408 aqueous extracts from in vitro tissue of sweet potato (*Ipomoea batatas* L.). *J. Agric. Food Chem*. 51: 5916–5922.
- Kumalaningsih, S. 2006. *Antioksidan Alami*. Trubus Agrisarana. Surabaya.
- Kusano, S. and H. Abe. 2000. Antidiabetic activity of white skinned sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) in obese Zucker fatty rats” *Biological and Pharmaceutical Bulletin*. 23(1):23–26.
- Ludvik, B.H., K. Mahdjoobian., and W. Waldhaeusletal. 2002. The effect of *Ipomoea batatas* (Caiapo) on glucose metabolism and serum cholesterol in patients with type 2 diabetes: arandomized study. *Diabetes Care*. 25(1):239–240.

- Ludvik, B., B. Neuffer., and G. Pacini. 2004. Efficacy of batatas (Caiapo) on diabetes control in type 2 diabetic subjects treated with diet” *Diabetes Care*. 27(2):436–440.
- Mais, A., and C.S. Brennan. 2008. Characterization of flour, starch and fibre obtained from sweet potato (Kumara) tubers and their utilization in biscuit production. *Int. J. Food Sci. Technol.* 43:373–379.
- Mano, H., F. Ogasawara., K. Sato., H. Higo., and Y. Minobe. 2007. Isolation of a regulatory gene of anthocyanin biosynthesis in tuberous roots of purple-fleshed sweet potato. *Plant Physiology*. 143: 1252-1268.
- Margaretha, M. 2010. Pengaruh Jenis Bakteri Asam Laktat dan Lama Fermentasi terhadap Pikel Ubi Jalar. [Skripsi]. Jurusan Teknologi Hasil Pertanian. Universitas Lampung.
- Maruf, A., M.S. Akter., and E. Jong-Bang. 2010<sup>a</sup>. Effect of pretreatments and drying temperatures on sweet potato flour. *Int. J. Food Sci. Technol.* 45:726–732.
- Mutia, I.R. 2011. Profil Tapioka Terfermentasi sebagai Pati Termodifikasi menggunakan Inokulum Campuran *Saccharomyces cerevisiae* dan *L. plantarum*. [Skripsi]. Fakultas Pertanian. Universitas Lampung.
- Matsui, T., S. Ebuchi., M. Kobayashi., K. Fukui., K. Sugita., N. Terahara., and K. Matsumoto. 2002. Antihyperglycemic effect of diacylated anthocyanin derived from *Ipomoea batatas* cultivar Ayamurasaki can be achieved through the  $\alpha$ -glucosidase inhibitory action. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 50: 7244-7248.
- Mazza, G. 2007. Anthocyanins and heart health. *Annali dell’ Istituto Superiore di Sanità*. 43:369–374.
- Mazza, G., and E. Miniati. 1993. *Anthocyanins in Fruits, Vegetables, and Grains*, CRC Press, Boca Raton, FL, 362 pp.

- Mondy, N.I. and B.Y. Gosselin. 1988. Effect of peeling on total phenols, total glycoalkaloids, discoloration and flavour of cooked potatoes. *Journal of Food Science*. 53(3):756-759.
- Nagata, M., T. Kobayashi., J. Tallada., H. Toyoda., and Y. Goto. 2006. Study on anthocyanin pigment distribution estimation for fresh fruits and vegetables using hyperspectral imaging: Part 1. Visualization of anthocyanin pigment distribution of purple-fleshed sweetpotato (*Ipomoea batatas* Poir). *Journal of the Society of High Technology in Agriculture*. 18:42-49.
- Noda, T., Y. Takahata., Kumamoto., T. Nagata., N. Shibuya., and Ibaraki. 1994. Chemical composition of cell wall material from sweet potato starch residue. *Starch/starke*. 44: 232-236.
- Nurdjanah, S. 2008. Extraction and Characterisation of Pectin from Indonesian and Australian Sweet Potato Starch Residues. Ph.D. [Thesis]. University of New South Wales. Australia.
- Nurdjanah, S. 2011. Karakteristik serat pangan dari ampas ubi jalar, suweg dan uwi serta potensi pengembangannya dalam produk pangan. *Majalah Teknologi Agroindustri*. 3 (2): 28 – 36.
- Nurdjanah, S. 2011. Karakteristik Serat Pangan dari Ampas Ubi Jalar, Suweg dan Uwi serta Potensi Pengembangannya dalam Produk Pangan. *Majalah Ilmiah Teknologi AgroIndustri*. 14(1): 12-22.
- Nurdjanah, S., J. Hook., J. Paton., and J. Paterson. 2013. Galacturonic Acid Content and Degree of Esterification of Pectin from Sweet Potato Starch Residue Detected Using  $^{13}\text{C}$  CP/MAS Solid State NMR. *European Journal of Food Research and Review*. 3(1): 16-37.
- Nurdjanah, S., dan N. Yuliana. 2013. Produksi Tepung Ubi Jalar Ungu Termodifikasi Secara Fisik menggunakan Single Drum Dryer Untuk Produk Rotian. Laporan Penelitian Hibah Bersaing Tahun I.

- Nurdjanah,S., N. Yuliana, A. Arianingrum. 2014. Pengaruh Gelatinisasi Sebagian Terhadap Umur Simpan Tepung Ubi Jalar Ungu. Prosiding seminar Nasional BKS PTN Barat, Bandar Lampung. 19-21 Agustus. 2014: 1279-1291
- Nurdjanah, S., N. Yuliana., S. Astuti., J. Hernanto., dan Z. Zukryandry. 2017. Physico Chemical, Antioxidant and Pasting Properties of Pre-heated Purple Sweet Potato Flour. *Journal of Food and Nutrition Sciences*. 5(4): 140-14.
- Odake, K., N. Terahara., N. Saito., K. Toki., and T. Honda. 1992. Chemical structures of two anthocyanins from purple sweet potato, *Ipomoea batatas*. *Phytochemistry*. 31: 2127-2130.
- Odake, K., A. Hatanaka., T. Kajiwara., T. Muroi., K. Nishiyama., O. Yamakawa., N. Terahara., and M. Yamaguchi. 1994. Evaluation method and breeding of purple sweet potato 'Yamagawa Murasaki' (*Ipomoea batatas* POIR.) for raw material of food colorants. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkashi*. 41:287-293.
- Oki, T., M. Masuda., S. Furuta., Y. Nishiba., N. Terahara., and I. Suda. 2002. Involvement of anthocyanins and other phenolic compounds in radical-scavenging activity of purple-fleshed sweet potato cultivars. *Journal of Food Science*. 67: 1752-1756.
- Oki, T., M. Osame., M. Masuda., M. Kobayashi., S. Furuta, Y. Nishiba., T. Kumagai., M. Sato., and I. Suda. 2003. Simple and rapid spectrophotometric method for selecting purple-fleshed sweet potato cultivars with a high radical-scavenging activity. *Breeding Science*. 53:101-107.
- Oki, T., I. Suda., N. Terahara., M. Sato., and M. Hatakeyama. 2006. Determination of acylated anthocyanin in human urine after ingesting a purple-fleshed sweet potato beverage with various contents of anthocyanin by LC-ESI-MS/MS. *Bioscience, Biotechnology and Biochemistry*. 70:2540-2543.

- Okos, M. R., O. Campanella., G. Narsimhan., R. K. Singh., and A.C. Weitnauer. 2007. Food Dehydration. *Di dalam* Heldmand, D.R. dan D.B. Lund. (Ed). Handbook of Food Engineering, 2<sup>nd</sup> Edition. CRC Press. Boca Raton. Florida.
- Owori, C., and A. Agona. 2003. Assesment of sweet potato cultivars for suitability for different forms of processing Pp. 103–111 in Rees D., editor; Oirschot Q.E.A., editor; and Kapinga, R., editor, eds. Sweet potato post-harvest assessment: experiences from East Africa Natural Resources Institute. Chatham, U.K. ISBN 0 85954 5482.
- Panda, V., and M. Sonkamble. 2011. Anti-ulcer activity of *Ipomoea batatas* tubers (sweet potato). *Functional Foods in Health and Disease*. 2(3):48–61.
- Paul, A.A., D.A.T. Southgate., Mc Cance and Widdoson's. 1979. The Composition of Foods. London: Her Majesty's stationary office.
- Pazmino-Duran, A.E., M.M. Giusti., R.E. Wrolstad., and B.A. Gloria. 2001. Anthocyanins from *oxalis triangularis* as potential food colorants. *Food Chemistry*. 75: 211-216.
- Pederson, C.S. 1970. *Microbiology of Food Fermentations*. The AVI Publishing Company, Inc. Westport. Connecticut.
- Peters, D., and Wheatley. 1997. Quart. J. Int. Agric. 36 (4):331 in Van Hal., M. 2000. Quality of sweet potato flour during processing and storage. *Food Rev. Int*. 16(1): 1–37.
- Philpott, M., K.S. Gould., C. Lim., and L.R. Ferguson. 2004. In situ and in vitro antioxidant activity of sweet potato anthocyanins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 52: 1511-1513.
- Purba, H.F., R. Hutabarat, and B. Napitulu. 2012. Kajian Pembuatan Mie Basah dari Tepung Ubi Jalar Putih di Sumatera Utara. Prosiding Seminar Nasional. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian. Sumatera Utara.

- Rodriguez-Saona, L.E., M. Giusti., and R.E. Wrolstad. 1998. Anthocyanin pigment composition of red-fleshed potatoes. *Journal of Food Science*. 63: 458-465.
- Rodriguez-Saona, L.E., and R.E. Wrolstad. 2001. Extraction, isolation, and purification of anthocyanins. *Current Protocols in Food Analytical Chemistry*. F1.1.1-F1.1.11.
- Rukmana, R. 1997. *Ubi Jalar. Budidaya dan Pasca Panen*. Kanisius. Yogyakarta. 6-10 hlm.
- Saigusa, N., N. Terahara, and R. Ohba. 2005. Evaluation of DPPH-radical-scavenging activity and antimutagenicity and analysis of anthocyanins in an alcoholic fermented beverage produced from cooked or raw purple-fleshed sweet potato (*Ipomoea batatas* cv. Ayamurasaki) roots. *Food Science and Technology Research*. 11: 390-394.
- Sapers, G.M., P.H. Cooke., A.E. Heidel., S.T. Martin., and R.L. Miller. 1997. Structural changes related to texture of pre-peeled potatoes. *Journal of Food Science*. 62(4):797-803.
- Salim, E. 2011. *Mengolah Singkong menjadi Tepung Mocaf*. Lily publisher. Yogyakarta.
- Salvador, D.L., T. Saganuma, K. Kitahara, H. Tanoue, and M. Ichiki. 2000. Monosaccharide composition of sweet potato fiber and cell wall polysaccharides from sweet potato, cassava, and potato analyzed by the high performance chromatography with pulse amperometric detection method. *J. Agric. Food Chem.*, 48: 3448-3454.
- Sari, N.K. 2009. Pengaruh Penambahan *Saccharomyces cerevisiae* dan Lama Fermentasi terhadap kandungan Gizi dan Mutu Pati termodifikasi. [Skripsi]. Universitas Lampung. Bandar Lampung.

- Scott, G J., and L. Maldonado. 1999. CIP sweet potato facts. A compendium of key figure and analyses for 33 important sweet potato producing countries. Peru, Lima International Potato Centre (CIP).
- Shen, M.C., and C. Sterling. 1981. Changes in starch and other carbohydrates in baking *Ipomoea batatas*. *Starch/Starke*. 33: 261- 271.
- Shih, M.C., C.C. Kuo., and W. Chiang. 2009. Effects of drying and extrusion on colour, chemical composition, antioxidant activities and mitogenic response of spleen lymphocytes of sweetpotatoes. *Food Chemistry*. 117(1):114-121.
- Sistrunk, W.A. 1971. Carbohydrate transformations, color, and firmness of canned sweet potatoes as influenced by variety, storage, pH and treatment. *J. Food Sci.* 36:39-41.
- Sneel, E. 1952. The Nutrition's of Lactic Acid Bacteria. *Journal Bacteriological Review*. 16(4):156-160.
- Sosinski, B., J. He, R. Cervantes-Flores, M. Pokrzywa, A. Bruckner, and G.C. Yencho. 2001. Sweet potato genomics at North Carolina state University. Ames, T (ed). Proceedings of the first International Conference on sweet potato. *Food and Health for the future, Acta Horticulture*. 583:69-76.
- Subagio, A. 2006. Ubi Kayu: Substitusi berbagai Tepung-tepungan. *Food Review Indonesia*. <http://www.foodreview.biz/Preview.php?View&id=176>. diakses pada tanggal 6 mei 2018.
- Steed, L.E. 2007. Nutraceutical and rheological properties of purplefleshed sweet potato purees as affected by continuous flow microwave-assisted aseptic processing. Master's thesis, North Carolina State University Raleigh, NC, 116 pp.

- Steed, L.E., and V.D. Truong. 2008. Anthocyanin content, antioxidant activity, and selected physical properties of flowable purple-fleshed sweetpotato purees. *Journal of Food Science*. 73: S215-S221.
- Suda I., T. Oki., M. Masuda., Y. Nishiba., S. Furuta., K. Matsugano., K. Sugita., and N. Terahara. 2002. Direct absorption of acylated anthocyanin in purple- fleshed sweet potato in rats. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 50:16721676
- Suda, I., T. Oki., and M. Masuda. 2003. Physiological functionality of purple-fleshed sweet potatoes containing anthocyanins and their utilization in foods. *Japan Agricultural Research Quarterly (JARQ)*. JIRCAS. Japan. 37: 167-173
- Suismono, 1995. Sweet potato processing for flour and noodles. MSc thesis, Bogor Agriculture University (IPB), Bogor, Indonesia.
- Suzuki, T., H. Tada., E. Sato., and Y. Sagae. 1996. Application of sweet potato fiber to skin wound in rat, *Biological and Pharmaceutical Bulletin*. 19(7):977-983.
- Swinkels, J.J.M. 1985. Sources of starch, its chemistry and physics Di dalam G.M.A. Van Beynum and J.A. Roels (eds). *Starch Conversion Technology*. Marcel Dekker Inc, New York.
- Taruna Tani Sumber Mulyo. 2016. Jenis Jenis Varietas Ubi Jalar.<http://kttsumbermulyo.blogspot.com/2016/08/jenis-jenis-varietas-ubi-jalar.html>. Diakses 20 Desember 2018.
- Teow, C.C., V-D. Truong., R.F. McFeeters., R.L. Thompson., K.V. Pecota., and G.C. Yencho., 2007. Antioxidant activities, phenolic and  $\beta$ -carotene contents of sweet potato genotypes with varying flesh colours. *Food Chemistry*. 103: 829-838
- Terahara, N., T. Shimizu., Y. Kato., M. Nakamura., T. Maitani., M. Yamaguchi., and Y. Goda. 1999. Six diacylated anthocyanins from the storage roots of purple sweet potato, *Ipomoea batatas*. *Bioscience, Biotechnology and Biochemistry*. 63: 1420-1424.



- Terahara, N., I. Konczak., H. Ono., M. Yoshimoto., and O. Yamakawa. 2004. Characterization of acylated anthocyanins in callus induced from storage root of purple-fleshed sweet potato, *Ipomoea batatas* L. *Journal of Biomedicine and Biotechnology*. 2004: 279-286.
- Tharanathan, R. 2005, Starch-value addition by modification, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 45: 371-384.
- Tian, Q., I. Konczak., and S.J. Schwartz. 2005. Probing anthocyanin profiles in purple sweet potato cell line (*Ipomoea batatas* L. cv. Ayamurasaki) by high- performance liquid chromatography and electrospray ionization tandem mass spectrometry. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 53: 6503-6509
- Truong, V.D., C.J. Biermann., and J.A. Marlett. 1986. Simple sugars, oligosaccharides, and starch concentrations in raw and cooked sweet potato. *J. Agric. Food Chem.* 34:421-425.
- Truong, V.D., N. Deighton, R.T. Thompson, R.F. McFeeters, L.O. Dean, K.V. Pecota, and G.C. Yencho. 2010. Characterization of anthocyanins and anthocyanidins in purple-fleshed sweetpotatoes by HPLC-DAD/ESI-MS/MS. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 58: 404-410
- Tsukui, A., T. Murakami., R. Shiina., and K. Hayashi. 2002. Effect of alcoholic fermentation on the stability of purple sweet potato anthocyanins. *Food Science and Technology Research*. 8: 4-7.
- Van Hal, M. 2000. Quality of sweet potato flour during processing and storage. *Food Rev. Int.*16:1-37.
- Vogel, R.F. M.A. Ehrmann, and M.G. Ganzle. 2002. Development and Potential of Starter Lactobacilli Resulting from Exploration of the Sour Dough Ecosystem. *Antonie van Leeuwenhoek* 81 (1-4): 631-639.

- Wang, H., G. Cao, R. Prior. 1997. Oxygen radical absorbing capacity of anthocyanins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 45:304-309.
- Winarno, F.G. 2002. *Kimia Pangan dan Gizi*. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Woolfe, J.A. 1992. *Sweet Potato: an untapped food source*. The University Press. Cambridge
- Wouters, J.T.M., Ayad, J. Hugenholtz, and G. Smith. 2002. Microbes from Raw Milk for Fermented Dairy Products. *International Dairy Journal*. 12 P:19- 109.
- Wu, X., C. Sun, L. Yang, G. Zeng, Z. Liu, and Y.Li. 2008.  $\beta$ -Carotene content in sweet potato varieties from China and the effect of preparation on  $\beta$ -carotene retention in the Yanshu No. 5. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*. 9(4):581-586.
- Yadav, A.R., S. Mahadevamma, R.N. Tharanatha, and R.S. Ramteke. 2007. Characteristics of acetylated and enzyme-modified potato and sweet potato flours. *Food Chemistry*. 103: 1119 - 1126.
- Yadav, A.R., M. Guna, R.N. Tharanatha, and R.S. Ramteke. 2004. Changes in characteristics of sweet potato flour prepared by different drying techniques. *Food Science and Technology*. 39: 20 - 26.
- Yang, J., and Gadi. 2008. Effects of dehydration on anthocyanins, antioxidant activities, total phenols and color characteristics of purple-fleshed sweet potatoes. *American Journal of Technology*. 3: 224 - 234.
- Yoshimoto, M., S. Okuno, M. Yoshinaga, O. Yamakawa, M. Yamaguchi, and J. Yamada. 1999. Antimutagenicity of sweet potato (*Ipomoea batatas*) roots. *Bioscience, Biotechnology and Biochemistry*. 63(3):537-541.

- Yoshinaga, M., O. Yamakawa, and M. Nakatani. 1999. Genotypic diversity of an- thocyanin content and composition in purple- fleshed sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam). *Breeding Science*. 49: 43-47
- Yuan, M. L., Z. H. Lu, Y. Q. Cheng, and L. T. Li. 2008. Effect of spontaneous fermentation on the physical properties of corn starch and rheological characteristics of corn starch noodle. *Journal of Food Engineering*. 85: 12 - 17.
- Zhang, Z., Wheatley, C., and Corke, H. (2002). Biochemical changes during storage of sweet potato roots differing in dry matter content. *Postharvest Biol. and Technol.* 24: 317-325.
- Yuliana, N., S. Nurdjanah, M. Margareta. 2013. The Effect of A Mixed- Starter Culture of Lactic Acid Bacteria on the Characteristics of Orange-Fleshed Sweet Potato Pickle (*Ipomoea batatas* L.). *Microbiology Indonesia*. 7(1):1-8.
- Yuliana, N., S. Nurdjanah, dan M. Sari. 2014. Penambahan Asam Asetat dan Fumarat untuk Mempertahankan Kualitas Pikel Ubi Jalar Ungu Pasca Fermentasi. *Jurnal Agritech* 34(3): 298-307.
- Zahrotinufus, D.A. 2014. Pengaruh Starter Bakteri Asam Laktat (BAL) dan Lama Fermentasi terhadap Sifat Fisik dan Kimia Tepung Ubi Jalar Putih. [Skripsi]. Jurusan Teknologi Hasil Pertanian. Universitas Lampung.
- Zubaidah, E. dan N. Irawati. 2013. Pengaruh Penambahan Kultur (*Aspergillus Niger*, *Lactobacillus plantarum*) dan Lama Fermentasi Terhadap Karakteristik Mocaf. e *Jurnal Jurusan Teknologi dan Hasil Pertanian* 11(3): 43-46. Universitas Brawijaya. Malang.

# BIOGRAFI PENULIS

**Siti Nurdjanah**, dosen di Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Lampung sejak tahun 1986 . Mata kuliah utama yang diampu adalah Analisis Pangan, Fisiologi PascaPanen, Teknologi Serealia dan Palawija, Teknologi Pati, Teknologi Hortikultura. Pendidikan S1 diselesaikan pada tahun 1985 di Jurusan Teknologi Industri Pertanian Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian IPB. Pada tahun 1999 menyelesaikan Engineering, University of New South pendidikan S2 di Food Science Department, University of Arkansan at Fayetteville, USA.. Pendidikan S3 diselesaikan pada tahun 2008 di Food Science and Technology School of Chemical Wales, Sydney, Australia.

**Neti Yuliana**, dosen di Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Lampung sejak tahun 1992 . Mata kuliah utama yang diampu adalah Mikrobiologi Umum, Dasar Pengawetan, Mikrobiologi Hasil Pertanian dan Agroindustri berbasis Mikrobial. Pendidikan S1 diselesaikan di Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung pada tahun 1988. Pada tahun 1997 menyelesaikan pendidikan S2 di Jurusan Teknologi Industri Pertanian, Institut Pertanian Bogor . Pendidikan S3 diselesaikan pada tahun 2004 di Department of Food Science , University of the Philippine at Los Banos, Filipina, dengan disertasi tentang Perubahan biokimia fermentasi durian. Keanggotaan dalam organisasi profesi adalah terlibat di PERMI (Perhimpunan Mikrobiologi Indonesia), PATPI (Perhimpunan Ahli Teknologi Pangan Indonesia) dan APTA (Asosiasi Profesi Teknologi Agroindustri). Dalam bidang publikasi saat ini menjadi ketua dewan redaksi Jurnal Teknologi & Industri Hasil Pertanian. Kontak email yang dapat dihubungi [neti.yuliana@fp.unila.ac.id](mailto:neti.yuliana@fp.unila.ac.id)