

ILMU PANGAN

JILID I

**NURHAYATI, SRI WIDOWATI, CYNTHIA GRACIA CHRISTINA
LOPULALAN, I KETUT BUDARAGA, ERISMAR AMRI, CHATARINA
LILIS SURYANI, SANTI DWI ASTUTI, HERLINA, NURMA
HANDAYANI, EDI SUSILO**



ILMU PANGAN JILID 1

**Nurhayati
Sri Widowati
Cynthia Gracia Christina Lopulalan
I Ketut Budaraga
Erismar Amri
Chatarina Lilis Suryani
Santi Dwi Astuti
Hertina
Nurma Handayani
Edi Susilo**



CV HEI PUBLISHING INDONESIA

ILMU PANGAN JILID 1

Penulis:

Nurhayati

Sri Widowati

Cynthia Gracia Christina Lopulalan

I Ketut Budaraga

Erismar Amri

Chatarina Lilis Suryani

Santi Dwi Astuti

Herlina

Nurma Handayani

Edi Susilo

ISBN: 978-623-8722-68-6

Editor : Irma Eva Yani, SKM, M.Si

Penyunting : Kalasta Ayunda Putri, S.Tr.Kes, M.Kes

Desain Sampul dan Tata Letak : Ririn Novitasari SE

Penerbit : CV HEI PUBLISHING INDONESIA

Nomor IKAPI 043/SBA/2023

Redaksi :

Jl. Air Paku No.29 RSUD Rasidin, Kel. Sungai Sapih, Kec Kuranji

Kota Padang Sumatera Barat

Website : www.HeiPublishing.id

Email : heipublishing.id@gmail.com

Cetakan pertama, September 2024

Hak cipta dilindungi undang-undang

Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk
dan dengan cara apapun tanpa izin tertulis dari penerbit.

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur kehadiran Allah SWT, atas limpahan rahmat dan hidayahNya, maka Penulisan Buku dengan judul Ilmu Pangan Jilid 1 dapat diselesaikan.

Buku ini membahas tentang Ilmu Dalam Pangan Berkarbohidrat, Ilmu Beras, Ilmu Jagung, Ilmu Sagu, Ilmu Singkong, Ilmu Ubi Jalar, Ilmu Talas, Ilmu Garut, Ilmu Plantain, Ilmu Sorghum.

Buku ini masih banyak kekurangan dalam penyusunannya. Oleh karena itu, kami sangat mengaharapkan kritik dan saran demi perbaikan dan kesempurnaan buku ini selanjutnya. Kami mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak terutama seluruh penulis kolaborator yang telah membantu dalam proses penyelesaian Buku ini. Semoga Buku ini dapat menjadi sumber referensi dan literatur bagi semua kalangan yang mudah dipahami, dan bermanfaat terutama dalam rangka pembuatan produk pangan yang diminati oleh konsumen.

Padang, September 2024

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
BAB 1 ILMU DALAM PANGAN BERKARBOHIDRAT.....	1
1.1 Definisi Karbohidrat	1
1.2 Jenis Karbohidrat.....	3
1.3 Fungsi Karbohidrat	7
1.4 Indeks Glikemik Karbohidrat.....	10
1.5 Kebutuhan Karbohidrat.....	10
1.6 Dampak Karbohidrat bagi Kesehatan.....	11
DAFTAR PUSTAKA.....	13
BAB 2 ILMU BERAS	15
2.1 Pengantar Ilmu Beras.....	15
2.1.1 Pendahuluan.....	15
2.1.2 Klasifikasi dan Jenis Beras.....	16
2.1.3 Peran Ilmu Beras dalam Penelitian dan Industri Pangan	17
2.2 Morfologi dan Struktur Beras.....	17
2.2.1 Struktur Anatomi Gabah dan Bulir Beras.....	17
2.2.2 Sifat Fisik Beras.....	18
2.2.3 Komposisi Kimia Beras.....	19
2.3 Panen dan Penanganan Pascapanen.....	20
2.3.1 Panen dan Pengeringn Padi.....	20
2.3.2 Penyimpanan dan Penggilingan Padi.....	21
2.3.3 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Mutu Gabah dan Beras	22
2.3.4 Pencegahan Kerusakan dan Kehilangan Beras.....	23
2.4 Mutu dan Keamanan Pangan.....	24
2.4.1 Mutu Beras.....	24
2.4.2 Keamanan Pangan Beras	25
2.5 Teknologi Pengolahan Beras	26
2.5.1 Penggilingan Padi, produk utama dan hasil samping	26
2.5.2 Teknologi Fortifikasi Beras.....	27

2.5.3 Teknologi Pratanak untuk menurunkan Indeks Glikemik Beras.....	28
2.5.4 Teknologi Instanisasi pada Beras.....	30
DAFTAR PUSTAKA.....	32
BAB 3 ILMU JAGUNG.....	35
3.1 Pendahuluan.....	35
3.2 Morfologi Tanaman Jagung	37
3.2.1 Akar	37
3.2.2 Batang	38
3.2.3 Daun.....	38
3.2.4 Bunga	39
3.2.5 Tongkol dan Biji	41
3.3 Jenis-Jenis Jagung.....	42
3.3.1 Pod Corn (<i>Zea Mays</i> var. <i>tunicata</i> Larranaga ex.A.St.Hill)	44
3.3.2 Jagung pulut (<i>Z ceritina Kulesh</i>)	45
3.3.3 Jagung QPM (Quality Protein Maize)	45
3.3.4 Jagung Minyak Tinggi (<i>High-Oil</i>)	46
3.4 Pati Jagung.....	46
3.5 Pengolahan Jagung	48
3.5.1 Tepung Jagung	48
3.5.2 Beras Jagung	49
3.5.3 Es Krim Jagung	49
3.5.4 Kue Kering Jagung.....	50
3.5.5 Mi Jagung.....	50
DAFTAR PUSTAKA.....	51
BAB 4 ILMU SAGU.....	53
4.1 Pendahuluan.....	53
4.2 Kandungan Gizi Sagu	55
4.3 Manfaat Sagu.....	56
4.4 Pengolahan Sagu	56
4.5 Macam-Macam OlahanTepung Sagu.....	57
4.6 Keunggulan Tepung Sagu	58
4.7 Cara Pengolahan Tepung Sagu Agar Berkualitas	59
4.8 Kendala-Kendala Produksi Tepung Sagu	61
4.9 Prospek Tepung Sagu Kedepan	62

4.10 Tantangan Pengembangan Tepung Sagu.....	63
4.11 Persiapan Menghadapi Tantangan Pemasaran Tepung Sagu.....	64
4.12 Aneka Olahan Pangan Bersumber Dari Sagu.....	66
4.13 Upaya-Upaya Mempertahankan Kualitas Tepung Sagu.....	67
DAFTAR PUSTAKA.....	69
BAB 5 ILMU SINGKONG	71
5.1 Pendahuluan.....	71
5.2 Taksonomi Singkong	71
5.3 Komponen Kimia Singkong	71
5.4 Pemanfaatan Singkong untuk Bahan Pangan.....	74
5.5 Pemanfaatan Singkong untuk Bahan Non Pangan.....	76
DAFTAR PUSTAKA.....	78
BAB 6 UBI JALAR.....	81
6.1 Pendahuluan.....	81
6.2 Morfologi dan Komposisi Kimia	84
6.3 Sifat Fisikokimia Pati Ubi Jalar	87
6.4 Sifat Gelatinisasi Pati Ubi Jalar	89
6.5 Teknologi Pengolahan Ubi Jalar	90
6.5.1 Tepung Ubi Jalar.....	90
6.5.2 Pati Ubi Jalar	91
6.5.3 Mi	91
6.6 Modifikasi Pati Ubi Jalar.....	92
6.6.1 Modifikasi Kimia dengan Ikatan Silang dan Asetilasi	92
6.6.2 Modifikasi Fisik dengan <i>Heat Moisture Treatment</i> ...	93
DAFTAR PUSTAKA.....	95
BAB 7 ILMUTALAS	99
7.1 Pendahuluan.....	99
7.2 Tanaman dan Umbi Talas.....	100
7.3 Karakteristik Umbi Talas.....	103
7.4 Pati Talas	105
7.5 Tepung Talas.....	107
7.6 Produk Pangan Olahan Berbasis Talas	111
DAFTAR PUSTAKA.....	113

BAB 8 ILMU GARUT.....	115
8.1 Tanaman Garut.....	115
8.2 Pengolahan Umbi Garut menjadi Pati	116
8.3 Pati Garut	117
8.4 Aplikasi Pati Garut	121
8.4.1 Produk Mi.....	121
8.4.2 Produk <i>Cookies</i>	121
8.4.3 Produk Beras Analog	122
8.5 Manfaat Umbi Garut Untuk Kesehatan	123
DAFTAR PUSTAKA.....	127
BAB 9 ILMU PLANTAIN.....	131
9.1 Deskripsi <i>Plantain</i>	131
9.2 Jenis <i>Plantain</i> di Indonesia.....	133
9.3 Karakteristik <i>Plantain</i>	135
9.4 Ragam Olahan Pisang <i>Plantain</i>	136
9.5 Manfaat <i>Plantain</i>	138
DAFTAR PUSTAKA.....	139
BAB 10 ILMU SORGUM.....	141
10.1 Pendahuluan	141
10.1.1 Asal – usul sorgum.....	141
10.1.2 Negara penghasil sorgum.....	142
10.2 Keberadaan Sorgum di Indonesia.....	144
10.3 Kegunaan dan Manfaat Sorgum.....	149
10.3.1 Manfaat umum sorgum.....	149
10.3.2 Manfaat sorgum untuk kesehatan.....	150
10.3.3 Manfaat sorgum sebagai bioetanol	150
10.3.4 Manfaat Sorgum sebagai bioherbisida	152
10.4 Pasca Panen Sorgum.....	154
10.4.1 Pasca panen.....	154
10.4.2 Tepung biji sorgum.....	154
10.4.3 Prospek Sorgum sebagai Bahan Pangan, Pakan, dan Industri.....	155
10.4.4 Komposisi nutrisi dasar sorgum.....	157
10.4.5 Komponen pangan fungsional	159
DAFTAR PUSTAKA.....	162
BIODATA PENULIS	

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Jenis-jenis disakarida, gugus penyusun dan ikatan glikosidiknya	5
Tabel 2.1. Syarat mutu beras non organik dan organic.....	25
Tabel 2.2. Indeks Glikemik beras giling dan beras pratanak...	29
Tabel 5.1. Nutrisi 100 g Singkong Mentah menurut data USDA (U.S. Department of Agriculture).....	72
Tabel 5.2. Komponen Kimia pada 100 g Kulit dan Umbi Singkong.....	73
Tabel 6.1. Kandungan gizi ubijalar segar berdasarkan warna daging umbi	85
Tabel 7.1. Klasifikasi taksonomi tanaman talas.....	100
Tabel 7.2. Klasifikasi umbi talas berdasarkan karakteristik fisik.....	101
Tabel 7.3. Karakteristik umbi talas dari beberapa daerah di Indonesia	102
Tabel 7.4. Komposisi nutrisi umbi talas segar dan rebus.....	104
Tabel 7.5. Sifat fisik dan kimia pati talas dan pati singkong	105
Tabel 7.6. Sifat termal pati alami dan pati teretrogradasi dari talas dan singkong.....	107
Tabel 7.7. Karakteristik kimia umbi talas taro dan kimpul.....	108
Tabel 7.8. Karakteristik fisik dan fisikokimia umbi talas taro dan kimpul	109
Tabel 7.9. Sifat kimia tepung talas dengan perlakuan fermentasi	109
Tabel 7.10. Sifat fisik tepung talas dengan perlakuan fermentasi	110
Tabel 7.11. Sifat fungsional tepung talas dengan perlakuan fermentasi	110
Tabel 8.1. Komposisi Gizi Pati Garut Tiap 100g Bahan Basah	120
Tabel 9.1. Nilai gizi pisang jenis <i>banana</i> dan jenis <i>plantain</i>	135

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Sumber pangan lokal berkarbohidrat selain nasi yakni jagung, singkong, talas, kentang, pisang, sagu	2
Gambar 1.2. Contoh monosakarida: glukosa(a), fruktosa(b), galaktosa(c), ribose (d) dan xilosa (e)	4
Gambar 1.3. Struktur molekul sukrosa (a) dan maltosa (b).....	5
Gambar 1.4. Perbandingan seporsi beras dengan pangan lokal lainnya.....	9
Gambar 2.1. Tingkat keutuhan butir beras	17
Gambar 2.2. Struktur bulir padi.....	19
Gambar 2.3. Nasi instan kering dan nasi instan siap konsumsi.....	31
Gambar 3.1. Pohon industri jagung.....	36
Gambar 3.2. Ujung Daun Jagung	39
Gambar 3.3. a. Bunga jantan. b. Bunga Betina	40
Gambar 3.4. Biji jagung	41
Gambar 3.5. a. <i>White Dent Corn</i> . b. <i>Yellow Dent Corn</i>	42
Gambar 3.6. a. <i>Orange flint corn</i> . b. <i>Indian flint corn</i> . c. <i>Red flint Corn</i>	43
Gambar 3.7. <i>Yellow and white popcorn</i>	43
Gambar 3.8. (<i>Sweet Corn</i>)	44
Gambar 3.9. (<i>Pod Corn</i>)	44
Gambar 3.10. Jagung pulut.....	45
Gambar 3.11. Struktur amilosa	47
Gambar 3.12. Struktur amilopektin	47
Gambar 6.1. Penyebaran produksi ubi jalar per pulau	82
Gambar 6.2. Tanaman ubi jalar dan umbi ubi jalar pada berbagai warna kulit dan umbi	86
Gambar 7.1. Variasi bentuk umbi talas	102
Gambar 8.1. Tanaman Garut	115
Gambar 8.2. Pati Garut	119
Gambar 8.3. Mi Garut Buatan Mahasiswa UMM.....	121
Gambar 8.4. Kue Semprit Pati Garut	122
Gambar 8.5. Beras analog berbasis pati garut.....	123

Gambar 9.1. Produsen pisang dunia	132
Gambar 9.2. Contoh pisang jenis plantain: kepok (A), pisang raja (B), pisang tanduk (C), pisang kayu (D, pisang nangka (E), pisang candi (F)	134
Gontoh 9.3. Pisang jenis banana: pisang cavendish (A), pisang mas (B), pisang barlin (C), pisang susu (D)	134
Gambar 9.4. Ragam olahan pisang jenis plantain (google.com tabloidsinartani.com)	137

BAB 1

ILMU DALAM PANGAN BERKARBOHIDRAT

Oleh Nurhayati

1.1 Definisi Karbohidrat

Karbohidrat tersusun atas karbon, hidrogen, dan oksigen, dengan rasio komposisi atom hidrogen dan oksigen pada umumnya 2 banding 1 seperti air (H_2O) (Bennett & Nguyen, 2023). Karbohidrat memiliki peran sebagai sumber energi bagi manusia dan makhluk hidup lainnya serta merupakan komponen penting dalam struktur seluler. Karbohidrat berarti hidrat dengan penyusun atom karbon (C), hidrogen (H), dan oksigen (O) dengan rumus empiris $C_m(H_2O)_n$ (jumlah m sama atau berbeda dengan n). Namun, juga terdapat jenis karbohidrat lain yang tidak sesuai dengan stoikiometri tersebut, seperti gula deoksi (fukosa), asam uronat dan senyawa lainnya yang mengandung fosfor, nitrogen, belerang.

Secara keilmuan pangan maupun umumnya, istilah pangan "karbohidrat" identik dengan pangan berpati sumber energi seperti nasi, singkong, kentang, roti, mie, dan lainnya, atau bergula manis seperti sirup, selai, dan lainnya (Tandra & PDKEMD, 2023). Bentuk karbohidrat banyak macam yakni monosakarida, disakarida, dan polisakarida dengan memiliki fungsi yang beragam. USDA yakni Departemen Pertanian Amerika Serikat menyebutkan karbohidrat adalah komponen bahan selain lemak, protein, abu/mineral, dan air.

Karbohidrat pangan adalah zat gizi dalam pangan yang berperan sebagai sumber energi tubuh. Namun pemberian akan penggunaan istilah karbohidrat harusnya digunakan dalam kehidupan sehari-hari bahwa karbohidrat tidak sebatas identik dengan pangan sumber energi gula.



Gambar 1.1. Sumber pangan lokal berkarbohidrat selain nasi yakni jagung, singkong, talas, kentang, pisang, sagu
(<https://madiunkab.go.id/sumber-pangan-pengganti-nasi/>)

Macam-macam karbohidrat yang banyak ragamnya selain beras yakni seperti jagung, singkong, talas, kentang, pisang, dan sagu (Gambar 1.1). Sebagian besar mengandung serat yang juga merupakan karbohidrat dengan susunan rantai panjang glukosa ikatan glikosidik β -1,4. Karbohidrat yang tersusun oleh ikatan ikatan beta glikosidik yang tidak dapat dicerna oleh enzim alfa amilase yang ada dalam tubuh manusia. Dengan demikian karbohidrat jenis serat tidak dapat dikonversi menjadi glukosa sebagai sumber energi bagi manusia, sehingga tidak berpengaruh bagi peningkatan glukosa darah selama proses pencernaan. Oleh karena itu karbohidrat tidak cocok jika digeneralisasi sebagai sumber energi.

Karbohidrat pangan tersusun atas molekul karbon, hidrogen, dan oksigen, dan bisa dikelompokkan menjadi dua kelompok utama:

1. Karbohidrat sederhana yang terdiri dari gula-gula sederhana tersusun atas satu sakarida (monosakarida) contohnya glukosa, fruktosa, serta yang tersusun atas dua sakarida (disakarida) contohnya sukrosa yang mudah dicerna/dikonversi menjadi monosakarida glukosa dan fruktosa serta mudah diserap oleh tubuh.
2. Karbohidrat kompleks terdiri dari pati dan serat, yang membutuhkan waktu lebih lama ketika dicerna dan diserap, sehingga memberikan energi secara lebih bertahap.

Karbohidrat pangan dapat ditemukan dalam berbagai bahan pangan baik umbi, serealia, maupun buah-buahan dan produk susu. Karbohidrat berperan penting dalam menyediakan energi yang dibutuhkan tubuh untuk menjalankan fungsi-fungsinya.

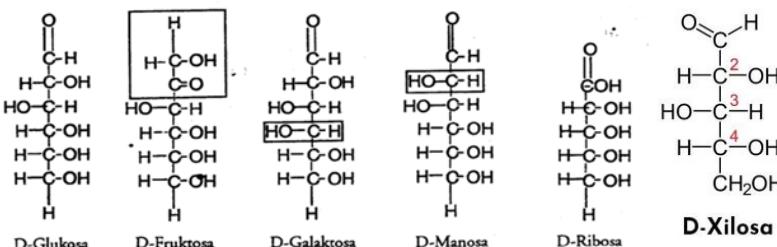
1.2 Jenis Karbohidrat

Karbohidrat sederhana juga dikenal sebagai gula yang meliputi monosakarida (glukosa, fruktosa) dan disakarida (sukrosa, laktosa) dengan sifat cepat dicerna dan diserap serta dapat memberikan energi cepat. Karbohidrat kompleks termasuk polisakarida seperti pati dan serat yang banyak terdapat dalam umbi, serealia, kacang-kacangan, buah-buahan dan sayuran. Karbohidrat kompleks lebih lambat dicerna serta menghasilkan energi yang lebih stabil dan tahan lama. Adapun jenis-jenis karbohidrat dijelaskan lebih detail sebagai berikut:

1. Monosakarida

Monosakarida merupakan bentuk karbohidrat yang sangat sederhana dikarenakan tersusun atas satu molekul saja yang tidak bisa diuraikan secara hidrolisis. Monosakarida terdiri atas aldose atau ketosa yang memiliki gugus hidroksil minimal dua atau lebih. Rumus kimia monosakarida adalah $(CH_2O)_n$, sebagai karbon hidrat. Monosakarida selain sebagai sumber energi juga bahan penyusun asam nukleat. Monosakarida yang paling kecil, yaitu dihidroksiaseton serta D- dan L-gliseraldehida dengan $n=3$.

Contoh monosakarida yaitu glukosa, fruktosa, galaktosa, xilosa dan ribosa.

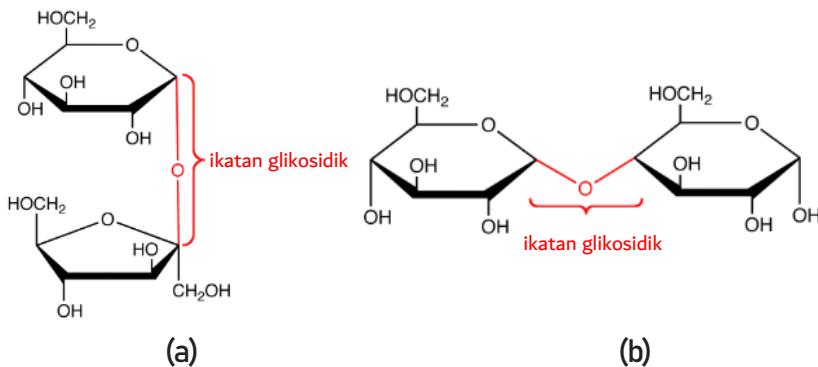


Gambar 1.2. Contoh monosakarida: glukosa(a), fruktosa(b), galaktosa(c), ribose (d) dan xilosa (e) (google.com)

2. Disakarida

Disakarida tersusun atas dua molekul monosakarida yang dihasilkan dari reaksi dehidrasi yaitu penggabungan dua molekul monosakarida yang diiringi dengan pelepasan satu molekul air. Reaksi dehidrasi disebut juga sintesis dehidrasi (*dehydration synthesis*) yang berarti melepaskan senyawa air dan pembentukan ikatan glikosidik di antara komponen monosakarida penyusunnya dan dikenal proses kondensasi. Rumus disakarida yang tidak termodifikasi adalah $C_{12}H_{22}O_{11}$. Beberapa contoh disakarida yaitu sukrosa, laktosa, maltosa, laktulosa, trehalosa, selobiosa, gentiobiosa, mannosa. Beberapa disakarida yang penting bagi tubuh yaitu β -laktosa, β -maltosa, serta sukrosa.

Laktosa merupakan disakarida gabungan monosakarida glukosa dan galaktosa yang digunakan secara langsung sebagai sumber energi oleh tubuh manusia. Maltosa tersusun atas dua molekul glukosa. Sukrosa tersedia pada gula tebu dan gula bit (*sugar beet*) yang terdiri atas satu molekul fruktosa dan satu molekul glukosa. Maltosa merupakan disakarida yang tersusun atas dua molekul glukosa. Berikut adalah gambar struktur molekul sukrosa dan maltosa. β -maltosa merupakan disakarida ini paling sulit ditemukan di alam namun dengan dihasilkan akibat proses perkecambahan seperti pada padi-padian.



Gambar 1.3. Struktur molekul sukrosa (a) dan maltosa (b)
(google.com)

Secara umum, disakarida terbagi menjadi dua jenis, yaitu disakarida reduktor dan non-reduktor. Disakarida reduktor (*reducing disaccharides*) tersusun atas satu monosakarida, gula reduktor, masih memiliki satu gugus hemiasetal bebas contohnya maltosa dan selobiosa, sedangkan disakarida non-reduktor adalah disakarida yang tidak memiliki monosakarida dengan gugus hemiasetal bebas dan setiap komponennya saling berikatan melalui ikatan asetal antara pusat-pusat anomerknya, contohnya sukrosa dan trehalosa. Beberapa contoh disakarida, gugus penyusunnya dan jenis ikatannya disajikan pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1. Jenis-jenis disakarida, gugus penyusun dan ikatan glikosidiknya

Disakarida	Gugus	Ikatan
Kojibiosa	dua monomer glukosa	$\alpha(1 \rightarrow 2)$
Nigerosa	dua monomer glukosa	$\alpha(1 \rightarrow 3)$
Isomaltosa	dua monomer glukosa	$\alpha(1 \rightarrow 6)$
β, β -Trehalosa	dua monomer glukosa	$\beta(1 \rightarrow 1)\beta$
α, β -Trehalosa	dua monomer glukosa	$\alpha(1 \rightarrow 1)\beta$
Sophorosa	dua monomer glukosa	$\beta(1 \rightarrow 2)$
Laminaribiosa	dua monomer glukosa	$\beta(1 \rightarrow 3)$

Disakarida	Gugus	Ikatan
Gentiobiosa	dua monomer glukosa	$\beta(1 \rightarrow 6)$
Turanosa	satu monomer glukosa dan satu monomer fruktosa	$\alpha(1 \rightarrow 3)$
Maltulosa (sukrosa)	satu monomer glukosa dan satu monomer fruktosa	$\alpha(1 \rightarrow 4)$
Disakarida	Gugus	Ikatan
Palatinosa	satu monomer glukosa dan satu monomer fruktosa	$\alpha(1 \rightarrow 6)$
Gentiobiulosa	satu monomer glukosa dan satu monomer fruktosa	$\beta(1 \rightarrow 6)$,
Manobiosa	dua monomer manosa	bisa $\alpha(1 \rightarrow 2)$, $\alpha(1 \rightarrow 3)$, $\alpha(1 \rightarrow 4)$, atau $\alpha(1 \rightarrow 6)$
Melibiosa	satu monomer galaktosa dan satu monomer glukosa	$\alpha(1 \rightarrow 6)$
Melibiulosa	satu monomer galaktosa dan satu monomer fruktosa	$\alpha(1 \rightarrow 6)$
Rutinosa	satu monomer rhamnosa dan satu monomer glukosa	$\alpha(1 \rightarrow 6)$
Rutinulosa	satu monomer rhamnosa dan satu monomer fruktosa	$\beta(1 \rightarrow 6)$
Xilobiosa	dua monomer xilopiranosa	$\beta(1 \rightarrow 4)$

Sumber: id.wikipedia.org

3. Polisakarida

Oligosakarida merupakan bergabungnya polimer monosakarida dengan jumlah derajat polimerisasi (DP) 3 - 10 dan biasanya memiliki sifat larut dalam air. Senyawa oligosakarida termasuk jenis gula yang sulit/tidak bisa dicerna sepenuhnya. Dengan demikian, polisakarida bisa langsung menuju saluran cerna usus besar yang kemungkinan besar difermentasi oleh bakteri usus. Jika menghasilkan efek baik seperti menstimulasi pertumbuhan probiotik usus, menghasilkan metabolit sekunder yang berguna bagi sel-sel epitel usus, maka oligosakarida tersebut termasuk golongan prebiotik.

Polisakarida terbentuk dari banyak sakarida sebagai monomer penyusunnya dengan rumus umum yaitu $C_6(H_2O_5)_n$. Contoh polisakarida di antaranya amilum, selulosa, glikogen. Polisakarida sangat mudah ditemui pada jenis-jenis makanan seperti kentang, nasi dan gandum.

1.3 Fungsi Karbohidrat

Karbohidrat termasuk makronutrien yang memiliki peranan penting bagi makhluk hidup. Tubuh manusia membutuhkan karbohidrat untuk menjaga kesehatan dan keseimbangan nutrisi. Berikut ini adalah beberapa fungsi karbohidrat, antara lain:

1. Sumber energi.

Karbohidrat menjadi sumber utama energi untuk tubuh, utamanya untuk otak dan sistem saraf. Karbohidrat pada tanaman terbentuk melalui proses fotosintesis tumbuhan dan menjadi penyedia makanan bagi kehidupan makhluk bumi lainnya terutamanya manusia baik secara langsung atau tidak langsung.

Organisme autotrof melakukan fotosintesis sehingga dapat memanfaatkan hasil fotosintesis secara langsung, di antaranya yaitu tumbuhan hijau, bakteri, dan alga. Organisme lainnya yang bersifat heterotrof seperti manusia bergantung pada organisme autotrof untuk memperoleh makanan karena tidak memiliki klorofil. Salah satu contoh bahan pangan yang dapat dijadikan sumber energi adalah kentang. Kentang merupakan jenis tumbuhan termasuk ke dalam umbi-umbian dengan kandungan

karbohidrat tinggi sehingga cocok dijadikan sebagai sumber energi untuk manusia. Menu makanan orang Asia Tenggara termasuk Indonesia, umumnya kandungan karbohidrat cukup tinggi, yaitu antara 70–80% (Cahyono, 2020). Selain kentang terdapat bahan makanan sumber karbohidrat lainnya misal padi-padian (beras) atau serealia (gandum dan shorgum), umbi-umbian (singkong dan ubi jalar), dan gula serta bahan lainnya.

2. Penyimpanan energi

Glukosa dari karbohidrat dapat tersimpan dalam bentuk glikogen di hati dan otot untuk digunakan ketika hewan atau manusia memerlukannya. Penguraian glikogen pada sel-sel ini terjadi dapat mengurai glukosa ketika kebutuhan gula meningkat. Namun, dalam jangka waktu yang lama glikogen tidak dapat diandalkan sebagai sumber energi bagi hewan. Glikogen simpanan akan cepat habis hanya dalam waktu sehari tetapi dapat dipulihkan kembali dengan mengonsumsi makanan. Pada tumbuhan disimpan dalam bentuk pati yang berbentuk granul atau butiran di dalam organel plastid dan juga kloroplas.

3. Fungsi pencernaan

Serat termasuk karbohidrat yang tidak bisa dicerna oleh manusia, namun dapat membantu melancarkan pembuangan feses dan mencegah sembelit. Selulosa memiliki efek meningkatkan konstipasi pada dinding saluran pencernaan dan terangsang keluarnya lendir sehingga dapat membantu memudahkan perjalanan makanan dalam saluran pencernaan menjadi lancar. Oleh karena itu, selulosa memberikan peran penting dalam menu makanan yang sehat seperti dari asupan buah-buahan segar, sayur-sayuran, dan biji-bijian.

4. Penyedia kebutuhan dasar bagi makhluk hidup

Monosakarida terutama glukosa menjadi nutrisi utama bagi sel, seperti pada aliran darah pada vertebrata untuk memberikan energi bagi seluruh sel tubuh. Selanjutnya menyerap energi yang tersimpan di dalamnya melalui proses respirasi seluler. Selain itu, adanya karbon monosakarida akan memberikan peran sebagai komponen untuk menyintesis jenis molekul organik kecil lainnya, seperti asam amino dan asam lemak. Sebanyak 1g karbohidrat memiliki energi sekitar 4 kilokalori.

5. Karbohidrat, khususnya selulosa, hemiselulosa, pati diperlukan sekitar 60-70% dalam pakan ternak ruminansia(Agustono *et al.*, 2017). Enzim ternak ruminansia tidak dapat mencerna selulosa dan hemiselulosa, namun mikroba yang di dalam rumen ternak dapat menghasilkan enzim tersebut. Karbohidrat akan diubah menjadi asam lemak volatil yang dihasilkan dari proses fermentasi oleh mikroba rumen sehingga didapatkan asam lemak volatil yang menghasilkan energi dalam bentuk adenosina trifosfat dengan kandungan 40-60% protein yang diperlukan untuk sintesis protein (Greiner&Glonek, 2023). Adenosin trifosfat juga berperan agar dapat mempertahankan kelestarian kegiatan mikroba di dalam tubuh ruminansia.

Pada komoditas lokal berkarbohidrat selain beras mengandung serat lebih tinggi. Untuk mendapatkan energi yang setara beras maka perlu dikonversi seporsi nasi dengan tiga tongkol jagung atau satu setengah singkong atau setengah umbi talas besar atau dua buah kentang atau dua buah pisang atau 100g sagu (Gambar 1.4).



Gambar 1.4. Perbandingan seporsi beras dengan pangan lokal lainnya (diskapang.ntbprov.go.id)

1.4 Indeks Glikemik Karbohidrat

Indeks glikemik (IG) merupakan indikator pengukuran kecepatan makanan berkarbohidrat mempengaruhi peningkatan gula darah dalam tubuh. Namun, nilai IG tidak dapat menjadi satu-satunya acuan standar dalam melakukan pola makan sehat.

Skala nilai IG suatu makanan berkisar antara 0-100. Nilai IG yang tinggi menandakan makanan tersebut makin cepat dicerna untuk diubah menjadi glukosa sehingga semakin cepat kadar gula darah mengalami peningkatan. Berdasarkan nilai IG, maka pangan dikategorikan menjadi tiga jenis, yaitu: pangan bernilai IG rendah (kurang dari 55), pangan bernilai IG sedang (56-69), dan bernilai IG tinggi (lebih dari 70) (Margono *et al.*, 2021).

Pangan dengan Indeks glikemik tinggi menunjukkan bahwa di dalamnya terkandung karbohidrat berupa pati yang dapat dicerna secara cepat oleh tubuh sehingga menyebabkan kadar gula darah naik dengan lebih cepat. Nasi putih, roti tawar putih, kentang, dan aneka jajanan dan minuman dengan gula sederhana yang mengandung glukosa termasuk jenis pangan yang memiliki IG tinggi. Pangan yang memiliki IG rendah menunjukkan bahwa pangan tersebut tidak banyak mengandung pati yang mudah dicerna dan gula sederhana seperti glukosa, sukrosa, galaktosa, dan lainnya sehingga tidak menyebabkan kadar gula darah naik dengan cepat. Mayoritas buah-buahan, sayuran, biji-bijian utuh, gula palem, kacang-kacangan, tepung almond, dan produk susu rendah lemak tergolong kedalam makanan dengan nilai IG rendah.

1.5 Kebutuhan Karbohidrat

Kebutuhan karbohidrat setiap individu berbeda sesuai usia, kondisi kesehatan dan aktivitas fisik yang dilakukan. Rekomendasi kalori harian dari karbohidrat sebanyak 45-65% (Fitri&Wirawanni, 2012). Kebutuhan kalori manusia sebesar 1,800 kkal, maka karbohidrat yang dibutuhkan adalah 800-900 kkal atau sekitar 200-225 g per hari. Bagi seorang olahragawan mungkin untuk mengkonsumsi karbohidrat lebih banyak karena mereka sangat aktif sehingga karbohidrat berperan untuk mendapatkan energi dan pemulihan.

Biasanya dibutuhkan sekitar lebih dari 300 gram per hari (Adi & Soenyoto, 2023).

Anak yang mengalami obesitas menurut laporan Primashanti&Sidiartha (2018) menunjukkan asupan energi, protein, dan lemak protein lebih tinggi dibandingkan AKG (angka kecukupan gizi) yang disesuaikan dengan jenis kelamin dan usianya. Indeks massa tubuh (IMT) berhubungan dengan asupan karbohidrat dan protein. Akan tetapi untuk asupan lemak tidak menunjukkan korelasi dengan IMT.

1.6 Dampak Karbohidrat bagi Kesehatan

Konsumsi karbohidrat yang seimbang penting untuk kesehatan. Karbohidrat kompleks dari sumber alami, seperti biji-bijian dan sayuran, akan lebih bermanfaat dibandingkan karbohidrat sederhana yang terdapat pada makanan olahan manis. Dengan memahami karbohidrat dan dampaknya, akan membantu dalam merancang pola makan yang sehat dan menjaga keseimbangan energi tubuh.

Karbohidrat dapat menjadi penentu tingkat kegemukan, karena jenis pangan yang dikonsumsi oleh tubuh dapat menyebabkan kegemukan. Asupan makanan yang berlebih dapat berakibat pada asupan energi tubuh yang berlebih dan obesitas. Dengan demikian perlu upaya untuk mengurangi kelebihan energi tersebut sehingga imbang antara energi yang dikonsumsi masuk dengan energi yang dikeluarkan/digunakan. Dalam jumlah yang normal, asupan karbohidrat akan disimpan oleh tubuh sebagai glikogen (gula otot) dalam jumlah terbatas. Sementara itu, asupan karbohidrat yang berlebih juga dapat diubah menjadi lemak yang dapat menyebabkan kegemukan.

Karbohidrat, khususnya inulin dapat membantu menjaga kesehatan manusia dan mencegah beberapa jenis penyakit. Inulin termasuk dalam jenis karbohidrat yang tidak dapat diserap dan memiliki peran sebagai prebiotik yang memberikan efek baik bagi kesehatan mikroflora saluran cerna serta dapat mencegah kanker usus besar dan penurunan gula darah. Selain itu, inulin juga dilaporkan memiliki peran untuk menstimulasi sistem imun serta

meningkatkan proses sintesis vitamin di dalam tubuh manusia (Gutiérrez-Dagnino *et al.*, 2015) .

DAFTAR PUSTAKA

- Adi, S., & Soenyoto, T. (2023). *Fisiologi Olahraga*. Cahya Ghani Recovery.
- Agustono, B., Lamid, M., Ma'ruf, A., & Purnama, M. T. E. (2017). Identifikasi limbah pertanian dan perkebunan sebagai bahan pakan inkonvensional di Banyuwangi. *Jurnal Medik Veteriner*, 1(1), 12-22.
- Bennett, C. S., & Nguyen, T. A. V. (2023). *Carbohydrate Synthesis*. American Chemical Society.
- Cahyono, D. (2020). Gizi Olahraga. <https://osf.io/preprints/thesiscommons/svd6b>
- Dinas Ketahanan Pangan Kabupaten (2020). Perbandingan pangan lokal dengan nasi. <https://diskapang.ntbprov.go.id/detailpost/perbandingan-pangan-lokal-dengan-nasi>
- Fitri, R. I., & Wirawanni, Y. (2012). Asupan energi, karbohidrat, serat, beban glikemik, latihan jasmani dan kadar gula darah pada pasien diabetes mellitus tipe 2. *Media Medika Indonesiana*, 46(2), 121-131.
- Greiner, J. V., & Glonek, T. (2023). Adenosine Triphosphate (ATP) and Protein Aggregation in Age-Related Vision-Threatening Ocular Diseases. *Metabolites*, 13(10), 1100.
- Gutiérrez-Dagnino, A., Luna-González, A., Fierro-Coronado, J. A., Álvarez-Ruiz, P., del Carmen Flores-Miranda, M., Miranda-Saucedo, S., ... & Escamilla-Montes, R. (2015). Effect of inulin and fulvic acid on survival, growth, immune system, and WSSV prevalence in *Litopenaeus vannamei*. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 43(5), 912-921.
- Margono, M., Hanifah, F., Safitri, A. A., Sambodo, B. S. T., Paryanto, P., Waluyo, J., ... & Setyono, P. (2021). Menurunkan Indeks Glikemik Beras Putih Melalui Proses Pratanak. *Equilibrium Journal of Chemical Engineering*, 4(2), 37-42.
- Primashanti, D. A. D., & Sidiartha, I. G. L. (2018). Perbandingan asupan energi, karbohidrat, protein dan lemak dengan angka kecukupan gizi pada anak obesitas. *Medicina*, 49(2).
- Rahmat, A. I. M. 2023. Zat gizi makro karbohidrat, protein, lemak.

Makassar. <https://osf.io/preprints/osf/4xf3a>
Tandra, H., & PDKEMD, S. (2020). *Pintar Memilih Minuman Antiobesitas & Diabetes: No More Juice & Boba*. Penerbit Andi.

BAB 2

ILMU BERAS

Oleh Sri Widowati

2.1 Pengantar Ilmu Beras

2.1.1 Pendahuluan

Beras adalah hasil budidaya tanaman padi, dan merupakan komoditas pertanian yang sangat penting di Asia, dimana masyarakat memperoleh sebagian besar energinya (60-70%) dari komoditas ini. Bagi bangsa Indonesia beras adalah sumber kehidupan. Beras bukan hanya sebagai bahan pangan pokok yang dikonsumsi lebih dari 90 % penduduk, tetapi beras juga memiliki peran penting dalam berbagai aspek kehidupan, baik ekonomi, sosial, budaya, dan politik.

Sejak dekade 1960-an pemerintah telah berupaya meningkatkan produksi beras di dalam negeri. Kesuksesan Revolusi Hijau melalui penerapan teknologi varietas unggul baru, pemupukan dan pengelolaan tanaman telah dimanfaatkan untuk meningkatkan produksi beras tersebut. Pemerintah, melalui berbagai program seperti Intensifikasi Khusus (Insus), Supra Insus dan lain-lain, telah berhasil mencapai keadaan swa-sembada beras pertama pada tahun 1984 (Damardjati dkk., 2004). Berbagai faktor, seperti pertumbuhan jumlah penduduk, konversi lahan pertanian, perubahan iklim menyebabkan produksi beras tidak seimbang dengan kebutuhan. Berbagai upaya telah dilakukan untuk meningkatkan produksi nasional, seperti penggunaan varietas unggul baru yang lebih tahan hama dan penyakit, sistem pertanian terpadu, mekanisasi pertanian dan lain sebaganya. Impor beras menjadi pilihan terakhir ketika produksi dalam negeri tidak mencukupi.

Beras kaya akan karbohidrat dan menjadi sumber energi utama bagi banyak orang. Meskipun bukan sebagai sumber protein (kandungan protein beras kurang dari 10%), namun bagi masyarakat Indonesia sekitar 50 % kebutuhan protein mereka berasal dari beras.

Oleh karena itu, ketersediaan beras nasional merupakan salah satu indikator ketahanan pangan.

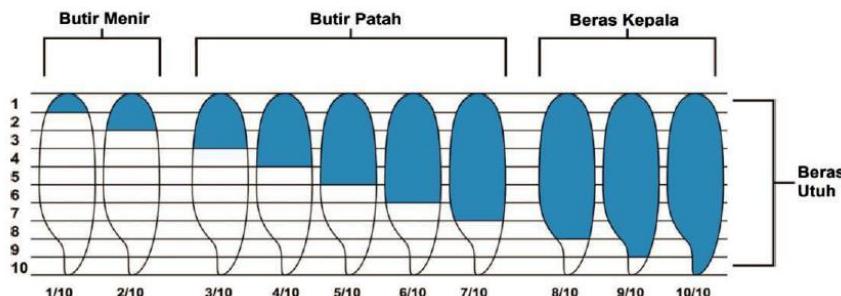
21.2 Klasifikasi dan Jenis Beras

Beras dapat diklasifikasikan sebagai berikut, (1) berdasarkan proses budidayanya: beras organik dan beras non organik. Beras organik diproduksi melalui proses yang mengacu pada SNI yang mengatur sistem pertanian organik, sedangkan beras non organik diproduksi melalui proses yang memperbolehkan penggunaan pestisida, pupuk dan/atau bahan kimia lainnya sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku. Berdasarkan cara prosesnya dikenal beberapa jenis beras, antara lain beras tumbuk, beras sosoh, beras giling, beras pecah kulit, beras kepala, beras patah, dan menir. Beras tumbuk ialah beras yang dihasilkan dari gabah yang ditumbuk secara manual, misalnya menggunakan lumpang (Alat penumbuk tradisional, terbuat dari kayu). Dalam proses penggilingan padi, gabah yang telah dihilangkan sekamnya disebut beras pecah kulit, kemudian dilanjutkan proses penyosohan dan hasilnya disebut beras sosoh atau beras giling.

Beras giling dapat dibedakan berdasarkan ukuran keutuhan butir beras. Beras utuh, jika butir beras tidak ada patah sama sekali, butir kepala adalah butir beras dengan ukuran lebih besar atau sama dengan 0,8 bagian dari butir beras utuh, beras disebut butir patah jika ukuran lebih besar dari 0,2 sampai dengan lebih kecil 0,8 bagian dari butir beras utuh, dan butir menir merupakan beras dengan ukuran lebih kecil dari 0,2 bagian butir beras utuh (lihat Gambar 1).

Terdapat ribuan varietas beras di dunia dengan berbagai karakteristiknya, yang dapat dibedakan berdasarkan warna, tekstur, aroma, waktu masak dan ketahanan terhadap hama dan penyakit. Jenis beras berdasarkan warna di antaranya beras putih, beras merah dan beras hitam. Berdasarkan aroma, terdapat beras beras beraroma (wangi) dan beras biasa atau tidak wangi. Sedangkan tekstur beras dipengaruhi oleh kandungan amilosa, yaitu beras pera (amilosa >25%) pulen sedang (amilosa 20-25%), dan pulen (amilosa 10-<20%) (Khush, dkk, 1986). Beras yang memiliki kandungan amilosa kurang dari 10% dikategorikan sebagai ketan, memiliki tekstur sangat pulen dan

lengket. Berdasarkan proses budidayanya, terdapat beras organik dan beras non organik.



Gambar 2.1. Tingkat keutuhan butir beras (SNI 6128:2020)

2.1.3 Peran Ilmu Beras dalam Penelitian dan Industri Pangan

Ilmu beras, yang merupakan cabang ilmu pengetahuan yang mempelajari segala hal tentang beras, memiliki peran penting dalam berbagai aspek penelitian dan industri pangan. Dari sisi penelitian, aspek-aspek yang dapat dikembangkan antara lain: (1) meningkatkan kualitas dan kuantitas beras, melalui perakitan varietas, budidaya dan pascapanen, (2) memperbaiki mutu beras, mancakup sifat fisik, komposisi kimia dan gizi, pengolahan dan biofortifikasi, serta (3) pengembangan produk baru seperti produk tepung, minyak bekatul dan produk pangan fungsional.

Pera dalam industri pangan antara lain: (1) penggilingan padi yang efektif dan efisien, (2) analisis pasar beras, (3) membangun merek beras yang kuat dan menarik bagi konsumen, (4) industri beras fungsional untuk mendukung ketahanan pangan secara menyeluruh, dan (5) swasembada beras berkelanjutan untuk menekan impor.

2.2 Morfologi dan Struktur Beras

2.21 Struktur Anatomi Gabah dan Bulir Beras

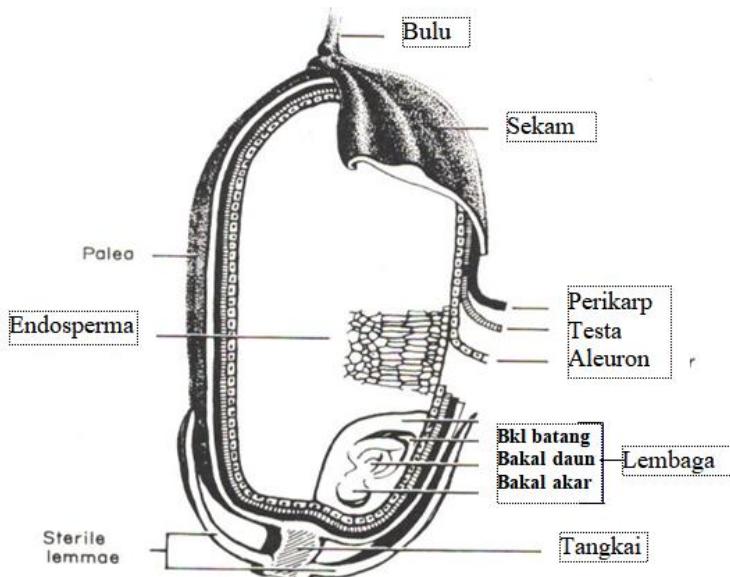
Padi (*Oryza sativa* L) adalah salah satu tanaman pangan utama di dunia. Sentral produksi padi yaitu China dan India, berturut-turut sebesar menyumbang 35% dan 20% dari total produksi dunia. Bulir padi terdiri dari dua bagian, yaitu bagian yang dapat dimakan

(endosperma) dan kulit atau sekam. Struktur bulir padi disajikan pada Gambar 2.2 (Juliano, 1972). Beras pecah kulit, yaitu gabah yang telah dihilangkan kulit atau sekamnya, terdiri atas perikarp (1-2%), aleuron dan testa (4-6%), lembaga (2-3%) dan endosperma (89- 94%).

Tipe padi yang tumbuh di Asia ada tiga, yaitu indica, javanica atau padi bulu serta japonica. Masing-masing tipe mempunyai karakteristik biji yang berbeda. Tipe indica paling banyak ditanam di daerah tropis dan subtropis, ukuran biji pendek sampai panjang, ramping dan mudah rontok. Tipe javanica, mempunyai ukuran biji panjang, ujung gabah seperti bulu (*awn*) yang panjang dan tidak mudah rontok. Sedangkan tipe japonica, kebanyakan tumbuh di daerah subtropis yang dingin, ukuran biji pendek, bulat dan tidak mudah rontok. Namun, kemajuan teknologi persilangan saat ini telah mengaburkan ciri-ciri tersebut.

2.2 Sifat Fisik Beras

Sifat fisik beras dapat dilihat dari ukuran, bentuk, warna, densitas, berat beras dan teksturnya. Ukuran beras bervariasi tergantung pada varietasnya, umumnya berkisar antara 5-10 mm panjangnya. Bentuk beras dapat diamati dari nisbah antara panjang dan lebarnya. Bentuk beras digolongkan menjadi 3, yaitu 1.bulat, jika nisbah panjang/lebar mendekati 1, umumnya beras jenis Japonica, panjang sedang jika nisbah antara panjang/lebar sekitar 1,3, umumnya beras Javanica, dan 3. Panjang jika nisbah antara panjang/lebar mendekati 2, umumnya beras Indica.



Gambar 2.2. Struktur bulir padi (Juliano 1972)

Sedangkan warna beras yaitu putih, merah, coklat, hitam, atau ungu. Densitas beras berkisar antara 0,5-0,8 g/cm³. Berat beras bervariasi tergantung pada ukuran dan kadar airnya, umumnya berkisar antara 0,2-0,3 gram per butir. Sedangkan tekstur beras setelah dimasak menjadi nasi dapat dibedakan menjadi nasi pulen, pulen sedang dan pera.

2.2.3 Komposisi Kimia Beras

Karbohidrat merupakan komponen utama beras, meliputi pati dan serat pangan. Pati adalah sumber energi utama bagi tubuh dan merupakan komponen tertinggi pada beras yaitu sekitar 70-80%. Pati terdiri atas amilosa dan amilopektin. Dalam pelepasan varietas padi, salah satu komponen utama yang dianalisis adalah amilosa. Hal ini menunjukkan betapa pentingnya kandungan amilosa, karena menentukan tekstur nasi yang dimasak dari beras) yaitu pera, pulen sedang, pulen dan sangat pulen (ketan). Serat pangan adalah karbohidrat kompleks yang tidak dapat dicerna dan diserap oleh pencernaan manusia, tetapi dapat membantu pencernaan. Beras

giling yang biasa dikonsumsi masyarakat mengandung serat pangan sekitar 4-8% (bk) (Widowati dkk, 2009)

Protein merupakan komponen penting dalam beras dan kadarnya terbesar kedua setelah karbohidrat. Pada umumnya kadar protein beras 6,6-8,3% (bk) (Widowati dkk., 2006). Protein beras mengandung asam amino esensial yang dibutuhkan tubuh untuk membangun dan memperbaiki jaringan tubuh.

Lemak merupakan komponen minor dalam beras dan umumnya kurang dari 1% (bk). Lemak beras terutama terdiri dari asam lemak tak jenuh tunggal dan tak jenuh ganda yang baik untuk kesehatan.

Vitamin dan Mineral. Beras mengandung berbagai vitamin dan mineral yang sangat dibutuhkan tubuh. Vitamin yang terkandung di dalam beras antara lain B1 (0,18-0,34 mg/100 g), B2 (0,01-0,15 mg/100 g), B3 (1-1,5 mg/100 g), (Winarti dkk., 2023). Sedangkan mineral yang terdeteksi pada beras yaitu Ca, Na, K, Cu, Fe dan Zn. Kandungan vitamin dan mineral dalam beras dapat bervariasi tergantung pada varietasnya dan metode pengolahannya.

2.3 Panen dan Penanganan Pascapanen

Panen merupakan aktivitas pemungutan (pemetikan) hasil panen pertanian. Sedangkan pascapanen adalah aktivitas yang meliputi: pembersihan, sortasi, pengupasan, pengawetan hasil panen, pengemasan, penyimpanan, standarisasi mutu, dan transportasi hasil budidaya pertanian.

Penanganan pascapanen padi merupakan rangkaian kegiatan mulai dari penentuan saat panen, panen (pemetikan), perontokan, pengeringan, penyimpanan, penggilingan dan transpotasi hasil gabah maupun beras. Tujuan penanganan pascapanen padi yaitu kehilangan hasil rendah, mutu gabah dan beras sesuai standar dan rendemen beras yang tinggi, serta menghasilkan gabah dan beras yang bermutu (Darniadi, dkk., 2021)

2.3.1 Panen dan Pengeringan Padi

Panen. Sebelum melakukan panen, perlu dipastikan bahwa tanaman padi telah cukup umur panen. Penentuan saat panen yang

tepat antara lain, yaitu: (1) Hamparan tanaman padi siap panen, bila butir gabah pada malai 90% telah menguning (masak fisiologis), (2) Sesuai dengan umur panen yang direkomendasikan untuk varietas padi yang ditanam, dan (3) Berdasarkan kadar air panen yaitu panen musim hujan dilakukan saat kadar air butir gabah kering panen (GKP) mencapai 25-27% dan panen pada musim kemarau dilakukan saat kadar air GKP mencapai 22-24%. Waktu panen yang tepat. Padi dipanen sebaiknya pada kondisi cerah dan lahan kering (tidak becek). Waktu panen sebaiknya setelah jam 9.00 pagi, mengingat embun pagi telah menguap agar kadar air gabah terjaga.

Terdapat dua metode panen, yaitu manual dan mekanis. Panen manual dilakukan dengan menggunakan sabit atau pisau tangan. Metode ini masih umum digunakan di negara-negara berkembang. Panen mekanis menggunakan mesin pemanen padi (*combine harvester*). Metode ini lebih efisien dan hemat waktu, tetapi membutuhkan investasi awal yang besar.

Pengeringan. Teknik pengeringan gabah ada 2 metode, pengeringan alami dan pengeringan mekanis. Pada pengeringan alami, gabah dijemur di bawah sinar matahari sampai kadar airnya turun hingga 13-14%. Metode ini mudah dan murah, tetapi membutuhkan waktu yang lama dan tergantung pada kondisi cuaca. Pada pengeringan mekanis, gabah dikeringkan dengan menggunakan alat pengering seperti pengering udara panas atau pengering silo. Metode ini lebih cepat dan efisien, tetapi membutuhkan investasi awal yang lebih tinggi.

2.3.2 Penyimpanan dan Penggilingan Padi

Penyimpanan. Gabah yang telah dikeringkan pada tahap sebelumnya, kemudian dilakukan penyimpanan. Persyaratan penyimpanan gabah kering meliputi: (1) Kelembaban penyimpanan ideal untuk gabah kering adalah 13-14%. Kelembaban yang terlalu tinggi dapat menyebabkan kerusakan gabah kering akibat jamur dan bakteri, (2) Suhu penyimpanan ideal untuk gabah kering adalah 25-30°C. Suhu yang terlalu tinggi dapat menyebabkan penurunan kualitas gabah kering, sedangkan suhu yang terlalu rendah dapat menyebabkan pertumbuhan jamur pada gabah tersebut, (3) Ventilasi yang baik diperlukan untuk menjaga sirkulasi udara dan mencegah

penumpukan gas karbon dioksida di dalam gudang penyimpanan gabah, dan 4. Pengendalian hama seperti tikus, serangga, dan burung perlu dilakukan untuk mencegah kerusakan gabah kering selama penyimpanan.

Penggilingan. Teknik penggilingan gabah kering meliputi 8 tahapan proses, sebagai berikut: (1) Pembersihan gabah kering dari material lain seperti jerami, gabah hampa, dll *menggunakan paddy cleaner*, (2) Pemecahan kulit gabah kering giling (GKG) menggunakan alat pecah kulit (*paddy husker*), (3) Pemisahan beras pecah kulit dengan butir gabah dilakukan dengan ayakan (*Paddy Separator*). Hasilnya, beras pecah kulit langsung masuk proses penyosohan dan gabah yang tidak terkupas kulitnya dikembalikan lagi ke alat pecah kulit. (4) Penyosohan dapat dilakukan dengan menggunakan 2 jenis alat penyosoh (*paddy polisher*). Penyosoh tipe 1, abrasive (sistem pengkikisan dengan batu gerinda) menghasilkan beras berwarna lebih putih, sedangkan penyosoh tipe 2 yaitu penyosoh tipe friksi (sistem didorong dengan besi terjadi gesekan antar butiran beras) menghasilkan beras berwarna lebih bening, (5) Pemisahan (*Grading*) untuk memisahkan antara beras kepala, beras patah dan beras menir menggunakan ayakan (*grader*). (6) Pembersihan bekatul dari permukaan beras dengan alat pengkabut air (*mist polisher*), (7) Pemisahan (*Sorting*) beras putih terhadap butir warna lain menggunakan *color sorter*, dan (8) Pengemasan (*Packaging*) beras menggunakan *vacuum sealer packaging* dan mesin jahit karung

2.3 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Mutu Gabah dan Beras

Mutu gabah dan beras dipengaruhi oleh faktor intrinsik dan ekstrinsik. Faktor intrinsik berasal dari dalam tanaman padi, sedangkan faktor ekstrinsik berasal dari luar atau lingkungan.

Faktor intrinsik, meliputi (1) Varietas: Varietas padi yang berbeda memiliki karakteristik mutu yang berbeda pula, seperti kandungan amilosa/amilopektin, tekstur, dan warna, (2) Kondisi panen: Kondisi panen yang tepat, seperti tingkat kematangan padi dan kadar air panen, dapat memengaruhi mutu beras.

Faktor Ekstrinsik, meliputi (1). Panen: Teknik panen yang tepat dapat membantu mencegah kerusakan padi dan meningkatkan mutunya, (2) Pengeringan: Teknik pengeringan yang tepat dapat

membantu menurunkan kadar air padi dan mencegah kerusakan akibat jamur dan bakteri, (3). Penyimpanan: Syarat dan kondisi penyimpanan yang tepat dapat membantu menjaga mutu beras selama penyimpanan, dan (4). Penggilingan: Teknik penggilingan yang tepat dapat menghasilkan beras dengan mutu yang baik.

2.3.4 Pencegahan Kerusakan dan Kehilangan Beras

Dalam kegiatan produksi beras sering terjadi kerusakan dan kehilangan atau susut hasil. Tindakan pencegahan dapat dilakukan mulai dari budidaya maupun pascapanen. Upaya pencegahan tersebut diuraikan dibawah ini.

1. Kerusakan dan Kehilangan Gabah dan Beras. Penggunaan pestisida: Pestisida dapat digunakan untuk mengendalikan hama dan penyakit gabah dan beras selama penyimpanan. Penggunaan metode pengendalian hama terpadu (PHT): PHT adalah metode pengendalian hama yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan.
2. Pengelolaan Penyimpanan yang Tepat. Persiapan tempat penyimpanan harus dalam kondisi bersih, kering, memiliki pengaturan angin (ventilasi), bebas hama dan penyakit gudang, bebas dari cemaran residu pestisida, logam berat dan mikotoksin. Tersedia peralatan penunjang seperti pallet, moisture tester, htermo-hygrometer dan thermometer. Prosedur kerja : Gabah atau beras disimpan pada kadar air maksimum 14%, Cara penyimpanan dengan kemasan karung plastik (Polypropylene/PP) atau kemasan kantong plastik (Polietilene /PE) dengan berat tertentu per kemasan (10 kg, 25 kg atau 50 kg), dan penyimpanan curah di dalam lumbung (5-10 ton) atau silo (lebih dari 10 ton). Bahan yang disimpan disusun di atas pallet yang terbuat dari bahan kayu atau plastik. Perlu diwaspadai hama gudang (*Triboliumcastanium* Sp., *Caliandra* Sp., *Rezoperta* Sp.) dan melakukan perawatan gudang secara berkala.

2.4 Mutu dan Keamanan Pangan

2.4.1 Mutu Beras

Mutu beras meliputi mutu pasar, mutu fisik dan mutu giling, mutu tanak dan cita rasa, serta mutu gizi. Di Indonesia, hingga tercapainya swa-sembada beras pertama, mutu gizi masih terabaikan. Hal ini antara lain karena pemerintah masih memfokuskan pada upaya peningkatan produksi beras untuk memenuhi kebutuhan masyarakat. Pada era pasca swasembada beras, dengan didorong oleh perbaikan ekonomi dan kemajuan teknologi, mutu gizi beras mulai mendapat perhatian. Perhatian konsumen terhadap mutu pangan juga semakin meningkat berdampak pada tuntutan mutu beras yang lebih tinggi (Damardjati 1995).

Beras giling mengandung protein 6,6-8,3%, lemak <1 %, karbohidrat 70-80% dan menghasilkan energi sekitar 360 kkal/100g. Bagi masyarakat Indonesia, beras sebagai sumber energi (karbohidrat) sekaligus protein, karena porsi konsumsi beras masih tinggi. Kadar protein beras relatif rendah, tetapi memiliki mutu protein terbaik dibandingkan dengan serealia lain. Protein beras dapat secara langsung meningkatkan penyediaan protein dalam menu makanan, khususnya bagi penduduk berpenghasilan rendah.

Upaya peningkatan kandungan mineral dan vitamin pada bahan pangan pokok, khususnya zat besi pada tanaman padi telah dilakukan melalui program biofortifikasi. Penelitian tersebut merupakan salah satu strategi pemuliaan tanaman untuk meningkatkan kandungan zat besi dalam beras, dan sekaligus memperbaiki gizi masyarakat dengan biaya yang relatif murah. Pembentukan materi pemuliaan tersebut dapat dilakukan secara konvensional (hibridisasi dan seleksi) atau non konvensional (kultur anter dan transformasi). Beras berkadar zat besi tinggi tersebut dapat dikonsumsi langsung oleh masyarakat menengah ke bawah sebagai sumber energi dan sumber zat besi (Indrasari dan Kristamtini, 2018).

Standar mutu beras di Indonesia yang terakhir diterbitkan oleh Badan Standardisasi Nasionalter yaitu SNI 6128:2020 tentang Beras, disajikan pada Tabel 2.1. Komponen mutu yang dipersyaratkan dalam SNI 6128:2020 adalah mutu fisik. Pada SNI 6128:2020, mutu beras

dibedakan menjadi tiga, yaitu premium, medium 1 dan medium 2. Perbedaan kelas mutu ini berpengaruh terhadap harga beras di pasaran.

Tabel 2.1. Syarat mutu beras non organik dan organik

Komponen mutu	Satuan	Premium	Medium 1	Medium 2
Butir kepala (min)	%	85,00	80,00	75,00
Butir patah (maks)	%	14,50	18,00	22,00
Butir menir (maks)	%	0,50	2,00	3,00
Butir merah ^a /putih ^b /hitam ^c (maks)	%	0,50	2,00	3,00
Butir rusak (maks)	%	0,50	2,00	3,00
Butir kapur (maks)	%	0,50	2,00	3,00
Benda asing (maks)	%	0,01	0,02	0,03
Butir gabah (maks)	butir/100 g	1,00	2,00	3,00

^a untuk beras putih atau beras ketan (beras ketan hitam dan beras ketan putih)
^b untuk beras merah dan beras hitam
^c untuk beras merah

Sumber: SNI 6128:2020

2.4.2 Keamanan Pangan Beras

Keamanan pangan adalah kondisi dan upaya yang diperlukan untuk mencegah pangan dari kemungkinan cemaran biologis, kimia, dan benda lain yang dapat mengganggu, merugikan, dan membahayakan kesehatan manusia serta tidak bertentangan dengan agama, keyakinan, dan budaya masyarakat sehingga aman untuk dikonsumsi. Kontaminan dalam beras dapat berasal dari berbagai sumber, yaitu: (1) Kontaminan alami, antara lain logam berat, mikotoksin, dan pestisida alami yang terdapat di lingkungan, (2) Kontaminan akibat pengolahan, seperti residu pestisida, logam berat, dan bahan kimia lainnya yang digunakan selama pengolahan beras,

dan (3) Kontaminan akibat penyimpanan: Jamur, bakteri, dan hama yang tumbuh selama penyimpanan beras.

Jenis kontaminan logam berat yang berpeluang dijumpai pada beras adalah Kadmium (Cd), Timbal (Pb) dan Arsen (As) dengan batas maksimum kontaminan bertutur-turut sebesar 0,4; 0,2 dan 0,3 mg/kg. Kontaminan dalam beras dapat berdampak negatif bagi kesehatan manusia jika dikonsumsi dalam jumlah yang berlebihan dan jangka panjang. Oleh karena itu, penting untuk memastikan bahwa beras yang dikonsumsi aman dari kontaminan.

Upaya untuk mempertahankan mutu dan keamanan pangan beras dapat dilakukan dengan: (1) Penerapan *Good Agricultural Practices* (GAP) dan *Good Manufacturing Practices* (GMP) dalam budidaya dan pengolahan beras (2) Pemantauan dan pengendalian kontaminan dalam beras dari hulu ke hilir, (3) Penyuluhan dan edukasi kepada petani, pengolah beras, dan konsumen tentang pentingnya mutu dan keamanan pangan beras, dan (4) Penelitian dan pengembangan teknologi untuk meningkatkan mutu dan keamanan pangan beras.

2.5 Teknologi Pengolahan Beras

2.5.1 Penggilingan Padi, produk utama dan hasil samping

Penggilingan padi merupakan teknologi primer dalam pengolahan gabah menjadi beras. Hasil utama berupa beras pecah kulit (*brown rice*) dan beras putih/merah/hitam yang secara umum disebut beras giling. Sedangkan hasil samping berupa bekatul, dedak dan sekam.

Beras yang biasa dijual dipasar dan dikonsumsi masyarakat merupakan endosperma yaitu bagian inti gabah yang telah dipisahkan dari sekam, seluruh atau sebagian lapisan dedak dan bekatul serta lembaganya. Beras giling umumnya disosoh hingga derajat sosoh 90-100%. Derajat sosoh (DS) adalah tingkat terlepasnya lapisan perikarp, testa dan aleuron serta lembaga dari butir beras (SNI 6128:2020), atau tingkat terlepasnya dedak dan bekatul. Beras dengan DS 90% berarti 90% lapisan dedak dan bekatulnya telah dipisahkan, dan sisanya 10% masih tertinggal. Beras dengan DS 100%, berarti seluruh lapisan dedak dan bekatul telah dipisahkan. Beras giling meliputi butir beras

utuh, butir beras kepala, butir beras patah dan menir. Sedangkan beras pecah kulit merupakan butir beras yang dipisahkan dari sekam, jadi masih adalapisan dedak dan bekatulnya. Beras pecah kulit memiliki nilai gizi yang lebih tinggi dibandingkan dengan beras giling karena masih mengandung dedak dan bekatul.

Sekam adalah kulit padi yang kering atau bagian paling luar dari gabah. Sekam bermanfaat untuk pertanian, antara lain: dapat menjaga drainase dan aerasi tanah, dapat meningkatkan kesuburan tanah karena mengandung silika, kalium, dan magnesium yang bermanfaat bagi tanaman, serta dapat menekan gulma dengan cara mulsa yaitu ditaburkan diatas permukaan tanah. Sekam dapat diproses menjadi bahan bakar alternatif yaitu briket (arang) sekam dan biogas. Sekam dapat diunakan sebagai bahan bangunan, yaitu campuran bata ringan dan panel dinding.

Dedak padi diperoleh pada penyosohan beras tahap pertama, tekturnya lebih kasar dibandingkan dengan bekatul. Dedak merupakan sumber protein, serat, dan vitamin yang baik untuk ternak. Dedak digunakan sebagai pakan ternak, seperti sapi, ayam, kambing dan ternak lainnya. Dedak dapat diolah menjadi tepung dedak yang dapat digunakan sebagai bahan baku atau campuran pakan ternak.

Bekatul diperoleh pada penyosohan tahap kedua. Tekturnya halus dan kaya akan serat pangan, vitamin dan mineral sehingga memiliki banyak manfaat untuk kesehatan manusia. Bekatul dapat diolah menjadi berbagai produk, seperti : (1) Tepung bekatul dapat digunakan sebagai bahan baku aneka kue , roti dan pasta. Tepung bekatul kaya akan serat, vitamin B, dan mineral yang bermanfaat bagi kesehatan pencernaan, jantung, dan otak, (2) minuman bekatul dapat dibuat dengan cara mencampurkan tepung bekatul dan air panas atau susu. Minuman bekatul kaya akan antioksidan yang bermanfaat untuk meningkatkan daya tahan tubuh, dan (3) minyak bekatul, yang kaya akan asam lemak tak jenuh tunggal dan ganda yang bermanfaat untuk kesehatan jantung dan otak. Minyak bekatul juga dapat digunakan sebagai bahan baku kosmetik.

2.5.2 Teknologi Fortifikasi Beras

Fortifikasi merupakan salah satu teknologi untuk meningkatkan nilai gizi produk pangan, dengan cara menambahkan

satu atau lebih zat gizi mikro. Fortifikasi adalah istilah untuk mikronutrien yang ditambahkan, pada umumnya berupa vitamin dan/atau mineral.

Mikronutrien yang umum ditambahkan ke dalam beras antara lain: 1) Vitamin A untuk membantu menjaga kesehatan mata, sistem kekebalan tubuh, dan pertumbuhan anak; 2) Vitamin B1 (Tiamin) yang membantu metabolisme karbohidrat dan fungsi saraf; 3) Asam folat untuk mencegah cacat tabung saraf pada janin; 4) Zat besi (Fe) yang sering ditambahkan untuk mencegah anemia dan meningkatkan fungsi kognitif; dan 5) Seng (Zn) yang meningkatkan sistem kekebalan tubuh, membantu pertumbuhan dan perkembangan anak, serta mempercepat penyembuhan luka.

Teknik fortifikasi beras dapat dilakukan dengan beberapa metode, yaitu: (1) Penaburan bubuk vitamin dan mineral. Bubuk vitamin dan mineral ditaburkan pada beras sebelum dikemas, (2) Pencelupan: Beras dicelupkan dalam larutan vitamin dan mineral selama beberapa menit, dan (3) Ko-ekstrusi: Beras dicampur dengan vitamin dan mineral, kemudian diekstrusi menjadi bentuk beras yang baru.

Fortifikasi beras terbukti efektif dalam meningkatkan asupan vitamin dan mineral pada populasi yang kekurangan mikronutrien. Program fortifikasi beras telah berhasil diimplementasikan di beberapa negara, seperti Indonesia, Filipina, dan Vietnam.

2.5.3 Teknologi Pratanak untuk menurunkan Indeks Glikemik Beras

Pengertian. Pratanak atau *parboiled* merupakan salah satu teknologi pengolahan beras yang efektif untuk menurunkan indeks glikemik (IG) beras. Proses ini cukup unik, karena dimulai sejak bentuk gabah. IG adalah tingkatan pangan menurut efeknya terhadap kenaikan kadar gula darah. IG dikategori kan menjadi 3, yaitu rendah (<55), sedang (55-70), dan tinggi (>70). Pangan dengan IG tinggi akan menaikkan kadar gula darah dengan cepat dan tinggi setelah dikonsumsi. Sebaliknya pangan dengan IG rendah akan menaikkan kadar gula darah dengan lambat dan cenderung rendah

Teknologi proses pratanak: Teknologi ini melibatkan beberapa tahap berikut: (1) Perendaman: Gabah direndam dalam air hangat skitar 4-5 jam, pada suhu tertentu (biasanya 45-65°C). Perendaman

ini bertujuan untuk meningkatkan kadar air gabah dan mengaktifkan enzim alami dalam beras untuk memecah pati menjadi gula sederhana, (2) Pengukusan: Gabah hasil perendaman, ditiriskan, kemudian dimasukkan ke dalam pengukus (*steamer*) dan dikukus skitar 10-15 menit hingga terjadi pragelatinasi awal. Selanjutnya diangin-anginkan, (3) Pengeringan: Gabah dikeringkan dengan cara dijemur dibawah sinar matahari atau menggunakan over/dryer hingga kadar air gabah mencapai 12-14%, yaitu kadar air yang aman untuk disimpan, yaitu (4) Penggilingan: Gabah hasil pengeringan diangin-anginkan semalam, kemudian digiling untuk mendapatkan beras dengan IG rendah, (5) Pengemasan: Beras parboil dikemas dalam kemasan kedap udara untuk mencegah kontaminasi dan menjaga kualitas produk selama penyimpanan. Proses pengolahan beras IG rendah ini berdasarkan Paten dari Widowati, dkk. (2014). Pengaruh proses pratanak dalam menurunkan IG dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2.2. Indeks Glikemik beras giling dan beras pratanak

Varietas	Indeks Glikemik		Percentase Penurunan IG (%)
	Beras Giling	Beras Pratanak	
Sintanur	91,03	96,32	-16,16
Gilirang	97,29	72,95	-25,02
Ciherang	54,43	44,22	-18,76
IR64	69,96	51,99	-25,69
Mekongga	79,34	61,91	-21,97
IR42	68,52	46,32	-32,40
Batang Lembang	63,50	46,32	-27,06

Sumber: Widowati, dkk., 2009

Mekanisme Penurunan Indeks Glikemik. Teknologi pratanak ini dapat menurunkan IG beras dengan cara: (1) Pragelatinasi pati: Tahap perendaman dan pengukusan menyebabkan sebagian pati dalam beras mengalami pragelatinisasi, yaitu proses pembengkakan dan pemadatan granula pati. Pati yang tergelatinisasi parsial akan dicerna lebih lambat oleh enzim pencernaan, sehingga pelepasan

glukosa ke dalam aliran darah pun lebih lambat, (2) Peningkatan kandungan serat pangan: Proses pratanak meningkatkan kandungan serat larut dan tidak larut dalam beras. Serat ini memperlambat penyerapan glukosa ke dalam aliran darah, (3) Perubahan struktur pati: Perendaman dan pengukusan dapat mengubah struktur pati beras, membuatnya lebih tahan terhadap enzim pencernaan.

Keunggulan Beras Pratanak. Selain IG-nya lebih rendah dibandingkan beras giling atau beras putih, beras pratanak memiliki kandungan nutrisi lebih baik. Beras pratanak umumnya memiliki kandungan vitamin dan mineral yang lebih tinggi dibandingkan beras putih biasa, karena sebagian vitamin dan mineral yang terdapat pada sekam dan bekatul tertahan selama proses pratanak. Beras pratanak juga memiliki umur simpan yang lebih panjang dibandingkan beras putih biasa.

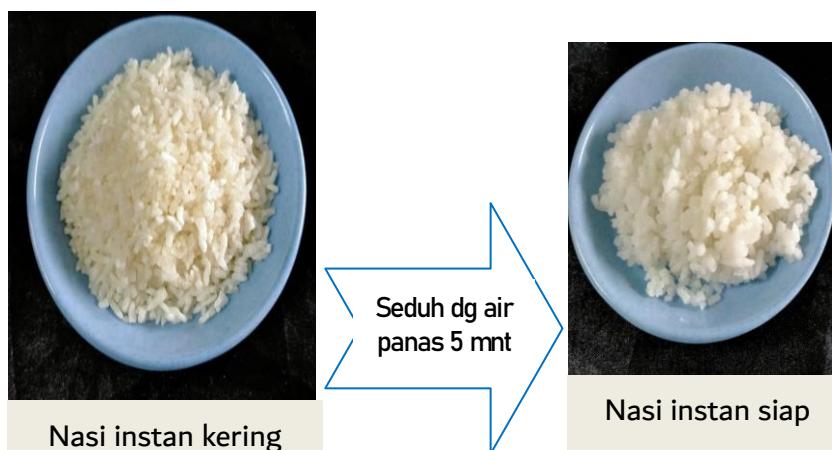
Kelemahan Beras pratanak. Beberapa kelemahan beras pratanak yaitu: (1) warna lebih gelap dibandingkan beras putih. Hal ini karena adanya warna dari sekam dan bekatul menempel pada endosperma beras, (2) beras pratanak memiliki aroma yang sedikit berbeda dibandingkan dengan beras putih biasa, yaitu adanya aroma bekatul yang khas.

2.5.4 Teknologi Instanisasi pada Beras

Pengertian. Nasi instan merupakan produk beras olahan yang telah dimasak, dibekukan dan dikeringkan sebelumnya, sehingga dapat disajikan dengan cepat. Nasi instan siap dikonsumsi setelah diseduh dengan air panas selama 5 menit. Produk pangan dapat dikategorikan instan jika dapat disajikan dan siap dikonsumsi dalam waktu maksimal 5 menit.

Teknologi instanisasi. Teknologi pembuatan nasi instan melalui beberapa tahap sebagai berikut: (1) Pemilihan jenis beras: Jenis beras yang digunakan umumnya beras jenis pulen (kadar amilosa < 20%) dan pulen sedang (kadar amilosa 20-25%), (2) Pencucian dan perendaman: Beras dicuci lalu direndam di dalam larutan sodium sitrat 5% selama 2 jam, selanjutnya dicuci untuk menghilangkan residu sodium sitrat, (3) Pemasakan: Beras dimasak menggunakan *rice cooker* atau dikukus hingga matang, (4) Pembekuan: Nasi yang

sudah matang, diangin-anginkan hingga cukup dingin lalu dimasukkan ke dalam *freezer*. Pembekuan berlangsung selama 24 jam pada suhu -4°C, (5) Pengeringan. Nasi beku dari *freezer* di *thawing* (didiamkan pada suhu ruang) sambil ditata di baki pengering. Selanjutnya dikeringkan menggunakan oven/dryer pada 55-65°C hingga kadar air maksimum 10%, (6) Pengemasan dan penyimpanan: Nasi instan dikemas dalam kemasan plastik atau aluminium foil. Nasi instan siap dikonsumsi setelah diseduh dengan air panas selama 5 menit (Gambar 2.3).



Gambar 2.3. Nasi instan kering dan nasi instan siap konsumsi

Keunggulan dan manfaat nasi instan. Proses produksi relatif mudah dan sesuai untuk berbagai jenis beras. Produk ini awet dengan umur simpan lebih dari 1 tahun dan dapat berfungsi sebagai pangan darurat, alternatif bantuan pangan di daerah bencana (disamping mi instan). *Convenient food*, sesuai untuk bekal perjalanan, dan dapat dikembangkan dengan berbagai rasa makasan nusantara.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standardisasi Nasional, 2020. Standar Nasional Indonesia (SNI) 6128 : 2020 tentang Beras. Jakarta
- Damardjati, D.S. 1995. Karakterisasi sifat dan standardisasi mutu beras sebagai landasan pengembangan agri-bisnis dan agroindustri padi di Indonesia. Orasi Pengukuhan Ahli Peneliti Utama. Badan Litbang Pertanian.
- Damardjati. D.S., S. Widowati, S. Joni Munarso, dan S. Dewi Indrasari. 2004. Usaha Peningkatan Mutu Beras di Indonesia. Pros. Sem. Inovasi Pertanian Tanaman Pangan. 30 tahun Badan Litbang Pertanian. Puslitbangtan, Bogor, hlm. 1-23.
- Darniadi S., dkk. 2021. Petunjuk Teknis Penanganan Pascapanen Padi di Lahan Rawa. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian, Kementan.
- Indrasari, S.D. dan Kristamtini. 2018. Biofortifikasi Mineral Fe dan Zn pada Beras: Perbaikan Mutu Gizi Bahan Pangan melalui Pemulian Tanaman. Jurnal Litbang Pertanian 37(1):9-16.
- Juliano, B.O. 1972. The Rice Caryopsis and Its Composition. Di dalam: Houston DF, editor. *Rice Chemistry and Technology*. St Paul, Minnesota: American Assoc. Cereal Chemists, Inc. hlm. 16-26
- Khush G.S., C.M. Paule, NM. de la Cruz. 1986. Rice Grain Quality Evaluation and Improvement at IRRI. 17th GEU Training. IRRI, Los Baños, Philippines.
- Sasmataloka, K.S., S. Widowati, E. Sukasih. 2019. Effect of Freezing Temperature and Duration on Physicochemical Characteristics of instant Rice. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 309 (2019) 012043. Doi: 10.1088/1755-1315/309/1/012043
- Widowati, S., M. Astawan, D. Muchtadi, T. Wresdiyati. 2006. Hypoglycemic activity of some Indonesian Rice Varieties and Their Physicochemical Properties. Indonesian Journal of Agricultural Science 7(2):57-66.
- Widowati, S., B.A.S. Santosa, M.Astawan, Akhyar. 2009. Penurunan Indeks Glikemik berbagai Varietas Beras melalui Proses Pratanak. J. Pen. Pascapanen Pertanian. 6(1):1-9.

Widowati, S., B.A.S. Santosa, M.Astawan, A. Budiyanto. 2014. Paten No: IDP000037030 tentang Proses Penurunan Indeks Glikemik Gabah. Dirjen Kekayaan Intelektual, Kementerian Hukum dan Hak Asasi Manusia.

Winarti, C., Widaningrum, S.M. Widayanti, N. Setyawan, Qanytah, Juniwati, E. A. Suryana, S. Widowati (2023). Nutrient Composition of Indonesian Specialty Cereals: Rice, Corn, and Sorghum as Alternatives to Combat Malnutrition. *Preventive Nutrition and Food Science*. 2023;28(4):471-482

BAB 3

ILMU JAGUNG

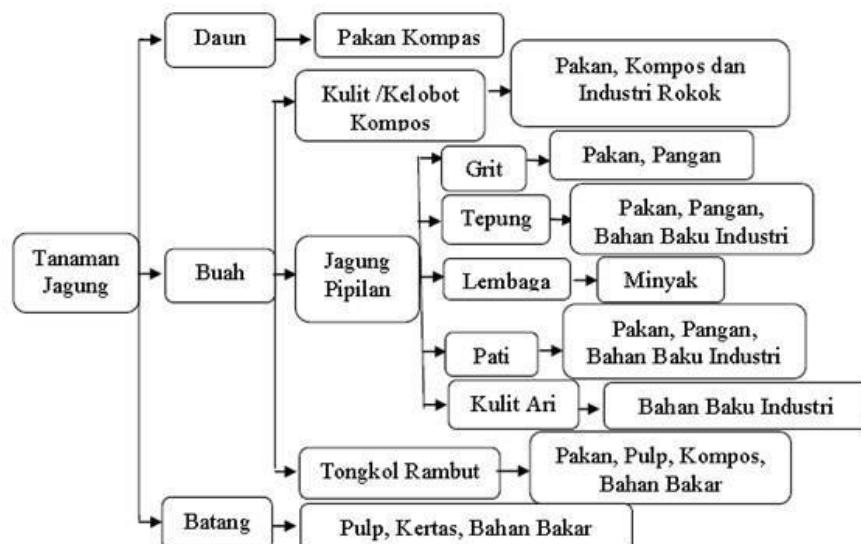
Oleh Cynthia Gracia CL

3.1 Pendahuluan

Sel jagung (*Zea mays L*) Jagung (*Zea mays L*) merupakan salah satu tanaman tanaman palawija yang menjadi primadona dalam agribisnis, baik di Indonesia maupun dunia. Jagung secara spesifik merupakan tanaman pangan yang sangat bermanfaat bagi kehidupan manusia ataupun hewan. Jagung termasuk komoditas strategis dalam pembangunan pertanian dan perekonomian Indonesia, karena komoditas ini mempunyai fungsi multiguna, baik untuk pangan maupun pakan. Masyarakat Indonesia merupakan konsumen jagung yang menjadikan makanan pokok kedua setelah padi. Menurut Denys Lombard kata “jagung” merupakan penyingkatan dari Jawa Agung, berarti “jewawut besar”. Nama itu digunakan orang Jawa. Beberapa nama daerah dari jagung adalah jagong (Sunda, Aceh, Batak, Ambon), jago (Bima), jhaghung (Madura), rigi (Nias), eyako (Enggano), wataru (Sumba), latung (Flores), fata (Solor), pena (Timor), gandung (Toraja), kastela (Halmahera), telo (Tidore), binthe atau binde (Gorontalo dan Buol), dan barelle (Bugis). Di Kawasan Timur Indonesia juga dipakai luas istilah milu, yang jelas berasal dari milho, berarti “jagung” dalam bahasa Portugis. Sejak diperkenalkan ke Indonesia abad ke-16, jagung menjadi pangan utama kedua setelah padi yang ditanam petani hampir di seluruh nusantara. Bahkan bagi petani yang mengalami gagal panen padi, menanam jagung menjadi pilihan pertama untuk menutupi kerugian. Produksi jagung dalam negeri hingga tahun 2023 menurut data BPS adalah Luas panen jagung pipilan pada 2023 mencapai 2,48 juta hektare, mengalami penurunan sebanyak 0,29 juta hektare atau 10,43 persen dibandingkan luas panen pada 2022 yang sebesar 2,76 juta hektare. Produksi jagung pipilan kering dengan kadar air 14 persen pada 2023 sebesar 14,77 juta ton, mengalami penurunan sebanyak 1,75 juta ton atau 10,61 persen dibandingkan pada 2022 yang sebesar 16,53 juta ton. Potensi luas panen jagung pipilan

kering periode Januari–April 2024 diperkirakan mencapai 0,96 juta hektare, dengan potensi produksi jagung pipilan kering dengan kadar air 14 persen sebesar 5,34 juta ton.

Sebagai bahan yang mengandung sekitar 70% pati, 10% protein, dan 5% lemak, jagung berpotensi besar dikembangkan menjadi beragam macam produk yang mempunyai nilai ekonomi tinggi. Berbagai macam produk turunan yang potensial bisa dihasilkan dari komoditas jagung disajikan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1. Pohon industri jagung (Tarliah *et al.*, 2017)

Dengan sifat multiguna tersebut, permintaan jagung di Indonesia terus meningkat. Selain untuk konsumsi secara langsung, jagung mulai banyak dimanfaatkan sebagai bahan baku utama industri pakan maupun industri makanan/pangan. Sebagai bahan baku pakan ternak, jagung sudah populer di seluruh dunia. Selain harganya relatif murah, juga mengandung kadar kalori yang relatif tinggi, mempunyai protein dan kandungan asam amino yang lengkap, mudah diproduksi dalam jumlah yang besar dan sangat digemari ternak.

3.2 Morfologi Tanaman Jagung

Jagung merupakan bahan pangan potensial dan menjadi salah satu komoditas pertanian yang sangat penting. Adapun klasifikasi jagung sebagai berikut :

Regnum	:	Plantae
Divisio	:	Spermatophyta
Class	:	Monocotyledoneae
Ordo	:	Poales
Familia	:	Poaceae (Graminae)
Genus	:	Zea
Species	:	<i>Zea mays</i>

Jagung memiliki tinggi yang bervariasi tergantung dengan jenis dan varietas jagung tersebut umumnya berkisar antara 120-180 cm.

3.21 Akar

Jagung mempunyai sistem perakaran serabut dengan tiga jenis akar, yaitu; (a) akar seminal, (b) akar adventif, dan (c) akar kait atau penyangga. Akar seminal merupakan akar yang berkembang dari radikula (akar utama) dan embrio. Pertumbuhan akar seminal akan melambat setelah bakal batang muncul ke permukaan tanah dan otomatis akan berhenti pada fase V3. Akar adventif merupakan akar yang mula-mula berasal dari buku di ujung mesokotil. Akar adventif kemudian berkembang dari tiap buku secara berurutan antara 7-10 buku, semuanya terletak dibawah permukaan tanah. Akar adventif tumbuh dan berkembang menjadi akar serabut yang tebal dan berperan untuk mengambil air dan hara dari dalam tanah. Sementara itu, vczakar penyangga adalah akar adventif yang berkembang pada dua atau tiga buku di atas permukaan tanah. Menurut Riwandi *et al.*, (2014), Seperti namanya, akar penyangga berperan untuk menopang atau menyangga tanaman agar tetap tegak dan mencegah batang agar tidak rebah. Di samping itu, akar penyangga juga bertindak membantu penyerapan hara dan air.

3.2.2 Batang

Batang jagung beruas-ruas dengan jumlah ruas antara 10-40 ruas, dengan tinggi batang yaitu 150-250 cm. Batang jagung dilindungi oleh pelepasan daun yang berselang-seling dan berasal dari setiap buku. Ruas-ruas batang jagung bagian atas berbentuk silindris, sedangkan bagian bawahnya agak membulat dan pipih. Tajuk bunga betina muncul dari tunas batang yang sudah berkembang. Percabangan atau disebut batang liar pada jagung muncul pada pangkal batang. Batang liar adalah batang sekunder yang berkembang pada bagian ketiak daun terbawah yang terdekat pada permukaan tanah (Riwandi *et al.*, 2014).

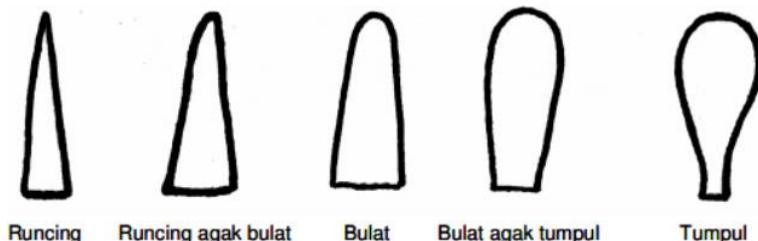
Tanaman jagung memiliki batang yang tidak bercabang dan berbentuk silindris, yang terdiri dari beberapa ruas dan buku ruas. Pada ruas batang terdapat tunas yang nantinya berkembang menjadi tongkol. Dilihat dari komponennya, batang terdiri dari tiga komponen jaringan utama, yaitu kulit (epidermis), jaringan pembuluh (bundles vaskuler), dan pusat batang (pith). Genotype jagung yang memiliki batang kuat mempunyai lebih banyak lapisan jaringan sklerenkim berdinding tebal di bawah epidermis batang dan juga sekeliling jaringan pembuluhnya (Subekti *et al.*, 2007).

3.2.3 Daun

Daun tanaman jagung mempunyai jumlah yang sama dengan jumlah buku batang dan bervariasi antara 8-15 helai, berwarna hijau berbentuk pita dan tidak memiliki tangkai daun. Daun jagung terdiri atas beberapa bagian: kelopak daun, lidah daun (ligula), dan helai daun. Daun jagung tumbuh pada setiap buku batang dan tersusun saling berhadapan. Daun jagung mempunyai pelepasan yang membungkus batang dan melindungi buah. (Riwandi *et al.*, 2014).

Begini koleoptil jagung muncul di permukaan tanah, maka daun juga akan mulai terbuka. Dibutuhkan rata-rata 3-4 hari agar daunnya terbuka sempurna. Genotype daun jagung mempunyai karakteristik yang berbeda dalam hal panjang, lebar, sudut, dan warna pigmentasi daun. Helai daun dikategorikan berdasarkan lebarnya, mulai dari sangat sempit (<5 cm), sempit (5,1-7 cm), sedang (7,1-9 cm), lebar (9,1-11 cm) dan sangat lebar (>11 cm). Besar sudut

daun juga mempengaruhi tipe daun. Sudut daun jagung beragam, mulai dari sangat kecil hingga sangat besar.



Gambar 3.2. Ujung Daun Jagung
(Sumber: Subekti *et al.*, (2007))

Tanaman jagung yang tumbuh di daerah tropis memiliki jumlah daun yang relatif lebih banyak dibandingkan dengan tanaman jagung yang tumbuh di daerah yang beriklim sedang. Beberapa genotype jagung mengandung antosianin pada helai daun yang terdapat pada tepi dan tulang daun. Intensitas warna antosianin pada pelepas daun bervariasi dari sangat lemah hingga sangat kuat. Ujung daun jagung bentuknya bermacam-macam yaitu runcing, runcing agak bulat, bulat, bulat agak tumpul dan tumpul. berdasarkan letak posisi daun atau sudut daun, daun jagung memiliki dua tipe yaitu tegak dan menggantung. Daun tegak (erect) biasanya mempunyai sudut kecil sampai sedang dan pola helaiannya lurus dan melengkung. Sebaliknya, daun menggantung (pendant) umumnya memiliki sudut yang lebih lebar, dan pola daunnya bervariasi dari yang lurus hingga sangat melengkung. Karena jagung tergolong tanaman hari pendek, maka jumlah daun ditentukan pada awal pembungaan jantan dan dikendalikan oleh banyak faktor seperti genotipe, lama waktu penyinaran dan suhu. (Subekti *et al.*, 2007).

3.2.4 Bunga

Tanaman jagung disebut tanaman berumah satu karena bunga jantan dan bunga betina terdapat dalam satu tanaman namun letaknya terpisah. Bunga jantan tumbuh di bagian ujung batang, dan bunga betina tumbuh di bagian ketiak daun di tengah batang. Bagian jantan terdiri atas serbuk sari (polen), kapsul petal (gumpalan), kapsul tajuk atas (langit-langit), kapsul tajuk bawah (lemma), dan tiga

pasang benang sari sepanjang 6 mm. Bagian betina bunga terdiri dari bakal biji (ovarium), yang dilindungi oleh karpel. Karpel mengalami transformasi rambut. Rambut jagung, juga disebut rambut putik adalah jenis rambut. Rambut jagung (silk) merupakan pemanjangan dari saluran stylar ovary yang matang pada bagian tongkol jagung. Rambut jagung tumbuh dengan panjang 30,5 cm atau lebih sehingga dapat keluar dari ujung kelobot. Panjang rambut jagung ini bergantung pada panjang tongkol dan juga kelobot.



a

b

Gambar 3.3. a. Bunga jantan. b. Bunga Betina

(Sumber: Wahyurini et al, (2022)

Tanaman jagung adalah protozoa, dan sebagian besar bunga jantan muncul satu hingga tiga hari sebelum bunga betina muncul. Serbuk sari (pollen) terlepas mulai dari spikelet yang terletak pada spike yang di tengah, 2 cm dari ujung malai (tassel), kemudian turun ke bawah. Saru bulir anther dapat melepas 15-30 juta serbuk sari. Serbuk sari jatuh karena gravitasi atau dibawa angina. Jenis penyerbukan ini dikenal sebagai penyerbukan silang. Ketika serbuk sari dari bunga jantan jatuh pada paku, maka akan terjadi penyerbukan (Cair & Oktavia, 2017). Setelah terjadi penyerbukan, warna rambut tongkol akan berubah menjadi cokelat mongering (Subekti et al., 2007).

3.2.5 Tongkol dan Biji

Tongkol adalah hasil yang tumbuh antara pelepasan daun dan batang buku. Tanaman jagung mempunyai satu atau dua tongkol tergantung pada varietasnya. Setiap tongkol jagung diselimuti oleh daun kelobot tongkol jagung yang terletak pada bagian atas umumnya lebih produktif dengan lebih dulu terbentuk serta berukuran lebih besar dibandingkan tongkol yang terletak pada bagian bawah.. Setiap tongkol jagung terdiri atas 10-16 baris biji yang selalu berjumlah genap.



Gambar 3.4. Biji jagung (Sumber: Wahyurini et al, (2022)

Biji jagung disebut kariopsis karena dinding ovarium atau pericarp menyatu dengan kulit biji atau testa yang membentuk dinding buah. Biji jagung terdiri atas bagian utama yaitu: (a) pericarp, berupa lapisan luar yang tipis dan berfungsi mencegah embrio dari organisme pengganggu serta kehilangan air; (b) endosperma, berupa bagian penyimpan cadangan makanan dan mencapai 75% dari bobot biji yang mengandung 90% pati dan 10% protein, mineral, minyak dan lainnya; serta (c) embrio (lembaga), berupa bakal atau diistilahkan sebagai miniature tanaman yang terdiri atas plamula, akar radikal, scutellum, dan koleoptil.

3.3 Jenis-Jenis Jagung

Jagung memiliki sifat fisik seperti bentuk, warna dan tekstur yang bervariasi menurut varietas dan jenisnya. Produk pangan dari jagung sangat beragam dan dipengaruhi oleh jenis jagung. Ada beberapa indikator dalam melihat jenis jagung yang ditengarai dari bentuk biji, sifat pati dan warna biji jagung. Berdasarkan bentuk, struktur biji, serta endospermanya, tanaman jagung dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

1. Dent Corn (*Zea Mays* var. *Indentata*) atau jagung gigi kuda

Bagian bagian yang keras pada jagung jenis ini terdapat pada bagian samping atau tepi biji, dan pati lunak terdapat pada bagian tengah biji hingga tepinya. Saat biji mengering, pati lunak kehilangan air lebih cepat dan lebih mengkerut dibandingkan pati keras, sehingga menimbulkan lekukan di bagian atas biji. Biji jagung jenis ini mempunyai bentuk yang besar, pipih dan berlekuk. Jenis ini terdiri dari dua macam warna yaitu warna kuning dan putih. Dalam pembuatan tepung, jagung putih lebih disukai karena menghasilkan tepung yang berwarna putih. Jenis jagung ini biasa digiling dan dimanfaatkan dalam produk pangan.



a



b

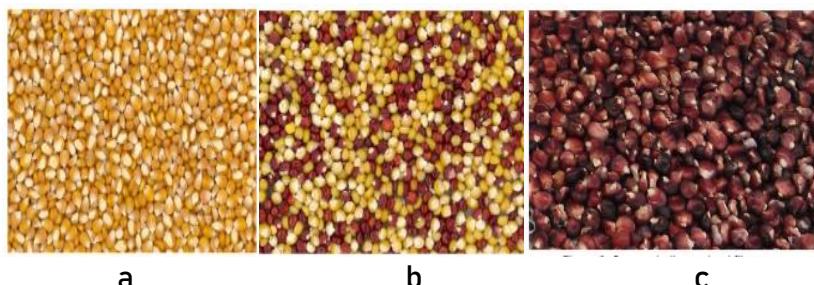
Gambar 3.5. a. White Dent Corn. b. Yellow Dent Corn

Sumber: Suleiman, et al., (2013)

2. Flint Corn (*Zea Mays* var. *indurate*) atau jagung mutiara.

Biji jagung jenis flint berbentuk bulat, mengkilap dan keras. bagian pati yang keras terdapat pada bagian atas biji. Saat matang, bagian atas biji akan mengkerut sehingga permukaan biji menjadi halus dan bulat. Biji jagung yang sudah tua dapat diolah

menjadi tepung, dan biji jagung yang masih muda dapat diolah menjadi sayur, direbus dan dibakar atau dipanggang



Gambar 3.6. a. Orange flint corn. b. Indian flint corn. c. Red flint Corn
Sumber: Suleiman, et al., (2013)

3. Pop Corn (*Zea Mays* var. *everta*) atau jagung berondong

Jagung jenis ini mempunyai biji yang berukuran kecil. endosperma biji mengandung sebagian besar pati keras, dan bagian tengah endosperma mengandung sedikit pati lunak. Apabila dipanaskan, uap menembus biji sehingga menyebabkan biji mengembang dan pecah. Jagung jenis ini sering dijadikan makanan ringan.



Gambar 3.7. Yellow and white popcorn
Sumber : Suleiman, et al., (2013)

4. Sweet Corn (*Zea Mays* var. *Saccharata* dan *Zea Mays* var. *rugosa*)

Biji jagung jenis ini diduga berasal dari mutasi kultivar yang menyebabkan bijinya terasa manis. Ketika jagung jenis ini sudah tua, bijinya menjadi keriput dan mengkilap. Biji yang belum matang mengandung lebih banyak gula (*water soluble polysaccharide*) dibandingkan pati. Kandungan gula jagung jenis

ini meningkat lebih tinggi 4-8 kali lipat dibanding jagung normal pada umur 18-22 hari setelah penyerbukan. jagung jenis ini banyak dikonsumsi dalam bentuk sayuran.



Gambar 3.8. (*Sweet Corn*)

Sumber : Suleiman, et al., (2013)

3.3.1 Pod Corn (*Zea Mays* var. *tunicata* Larranaga ex A.St.Hill)

Jagung pod merupakan jenis jagung yang paling primitif. Jagung ini terbungkus oleh glume atau kelobot yang berukuran kecil. Jagung jenis ini tidak dibudidayakan secara komersial sehingga tidak banyak dikenal. Jenis ini biasanya digunakan untuk ornamen hias.



Gambar 3.9. (*Pod Corn*)

Sumber: BPTP Gorontalo (2011)

3.3.2 Jagung pulut (*Z. ceritina Kulesh*)

Kandungan pati jagung pulut 45embil 100% amilopektin. Adanya gen tunggal waxy bersifat resesif epistatis yang terletak pada kromosom 45embilan, mempengaruhi komposisi kimiawi pati, sehingga akumulasi amilosa sangat sedikit.



Gambar 3.10. Jagung pulut

3.3.3 Jagung QPM (Quality Protein Maize)

Jagung QPM memiliki kandungan protein lisin dan triptofan yang tinggi dalam endospermnya. Jagung QPM mengandung gen resesif opaque-2 ($o2$) yang mengontrol produksi lisin dan triptofan. Prolamin membentuk sebagian besar protein endosperm dan memiliki kandungan lisin dan triptofan yang jauh lebih rendah dibandingkan fraksi protein lainnya.

Fraksi albumin, globulin, Kelebihan jagung komposit adalah produksi benihnya dapat dilakukan dengan mudah oleh petani/kelompok tani dan lebih mampu beradaptasi pada kondisi lahan marginal. dan glutein memiliki kandungan lisin dan triptofan tinggi. Gen $o2$ dalam ekspresinya mengubah proporsi kandungan fraksi-fraksi protein. Fraksi prolamin berkurang hingga 50%, sedangkan sintesis albumin, globulin, dan glutein meningkat. Kandungan protein yang tinggi dalam endosperm memberikan warna gelap pada biji.

3.3.4 Jagung Minyak Tinggi (*High-Oil*)

Jagung minyak tinggi memiliki biji dengan kandungan minyak lebih dari 6%, namun sebagian besar varietas jagung memiliki kandungan minyak 3,5-5%. Sebagian besar minyak biji terdapat dalam scutelum, yaitu 83-85% dari total minyak biji. Jagung dengan kandungan minyak tinggi sangat penting dalam industri pangan, seperti margarin dan minyak nabati.

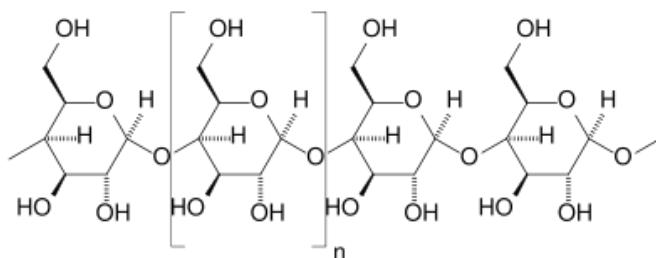
3.4 Pati Jagung

Pati merupakan homopolimer glukosa dengan ikatan α -glukosidik. Berbagai macam pati tidak sama sifatnya, tergantung dari panjang rantai C-nya serta apakah lurus atau bercabang rantai molekulnya. Dalam bentuk aslinya pati merupakan butir-butir kecil yang sering disebut granula. Granula pati dalam jaringan tanaman mempunyai bentuk berbeda-beda. Dengan mikroskop, granula pati dapat dibedakan berdasarkan perbedaan bentuk dan sifat *birefringencenya* (Wnarno 1980).

Butir pati bersifat semikristalin yang mempunyai unit kristal dan unit amorphorus (Banks dan Greenwood 1975 di dalam Wirakartkusumah *et al.* 1984). Unit kristal lebih tahan terhadap perlakuan asam kuat dan enzim, sedang unit amorphorus bersifat dapat menyerap air dingin sampai 30 % tanpa merusak struktur pati secara keseluruhan (Hodge dan Osman 1976 didalam Wirakartkusumah *et al.* 1984).

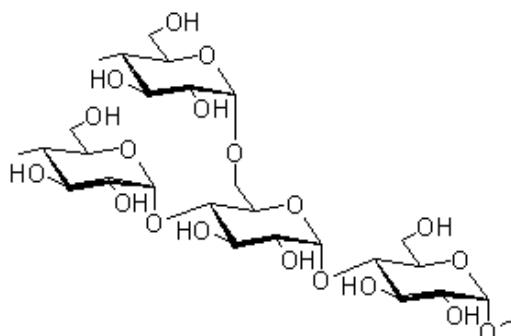
Pati disusun paling sedikit oleh tiga komponen utama, amilosa, amilopektin dan material intermediet, seperti lipid dan protein (Banks dan Greenwood 1975 di dalam Wirakartkusumah *et al.* 1984). Amilosa merupakan homoglikan D-glukosa dengan ikatan α -(1,4) dari cincin piranosa. Amilosa adalah bagian linear pati (Greenwood dan Munro 1979 di dalam Wirakartkusumah *et al.* 1984). Amilosa tedi dari 50-300 unit glukosa (Hart 1983). Meskipun polimer ini umumnya diasumsikan linier namun sebenarnya amilosa juga mempunyai cabang. Titik percabangan amilosa berada pada ikatan α -1,6. Hanya saja derajat percabangannya sangat rendah. Dalam satu rantai linier, cabang-cabang amilosa berada pada titik-titik yang sangat jauh dan sedikit (Hoseney 1988). Amilosa pati umbi-umbian mempunyai berat

molekul lebih tinggi dibandingkan dengan amilosa pati biji-bijian (Hodge dan Osman 1976 di dalam Wirakartakusumah *et al.* 1984). Berikut disajikan struktur amilosa pada Gambar 4 di bawah ini.



Gambar 3.11. Struktur amilosa

Amilopektin sebagaimana amilosa juga mempunyai ikatan $\alpha(1,4)$ pada rantai liniernya, serta ikatan $\alpha(1,6)$ pada titik percabangannya. Ikatan percabangan tersebut berjumlah sekitar 4-5 % dari keseluruhan ikatan yang ada pada amilopektin (Hodge dan Osman 1976 di dalam Wirakartakusumah *et al.* 1984). Amilopektin terdiri dari 300-500 unit glukosa, namun glukosa yang dihubungkan dengan ikatan α -1,4 hanya sekitar 25-30 unit (Hart 1983). Berikut struktur amilopektin pada Gambar 5.



Gambar 3.12. Struktur amilopektin

Komponen penyusun pati yang ketiga bervariasi menurut sumbernya serta dipengaruhi oleh sifat botani. Persentase komponen ketiga ini sekitar 5-10 % pada pati biji-bijian (Greenwood dan Munro 1979 di dalam Wirakartakusumah *et al.* 1984). Perbandingan

kandungan amilosa dan amilopektin berbeda menurut sumbernya. Pada umumnya pati dari jagung, gandum, beras, tapioka, sagu, kentang terdiri dari 17-27 % amilosa dan 73-83 % amilopektin (Cecil *et al.* 1982).

Ukuran granula pati memiliki peranan penting dalam penerapan industri pangan. Sebagai contoh, granula pati yang mempunyai diameter 20 μm dapat digunakan untuk substitusi lemak karena mempunyai ukuran yang sama dengan micell dari lipid (Jane *et al.* 1992 di dalam Campell *et al.* 1996). Granula pati mempunyai ukuran diameter berkisar 3-26 μm , namun diameter rata-rata granula pati jagung 15 μm , granula pati jagung berbentuk bulat, bersegi-segi atau poligonal.

3.5 Pengolahan Jagung

Jagung merupakan komoditi potensial untuk dikembangkan menjadi pangan pokok alternatif karena tingkat produksi jagung yang cukup besar dan juga kandungan gizi yang tidak kalah dengan beras. Berikut produk olahan yang berasal dari jagung:

3.5.1 Tepung Jagung

Bahan : Jagung pipilan, Air

Alat : Baskom, ayakan, tampah, timbangan, alu, plastik pengemas

Cara Pembuatan : Timbang jagung pipilan, giling hingga berukuran sebesar beras, kemudian di ayak. Bagian yang lolos ayakan adalah dedak, bagian yang tidak lolos ayakan adalah beras jagung. Tampi beras jagung dengan tampah untuk membersihkan kotoran kemudian cuci beras jagung, rendam sekitar 2 jam dalam baskom dan buang komponen yang mengapung, kemudian tiriskan. Keringkan beras jagung di bawah sinar matahari hingga permukaan beras jagung kering. Tumbuk beras jagung menggunakan alu hingga halus. Ayak dengan ayakan berukuran lubang kecil untuk mendapatkan tepung jagung. Kemas tepung jagung menggunakan plastik untuk volume kecil atau menggunakan karung dari kain untuk volume besar.

3.5.2 Beras Jagung

Bahan : Jagung pipilan

Alat : Baskom, tampah, timbangan, ayakan, oven, lemari es

Cara pembuatan : Timbang jagung, giling hingga berukuran beras. Ayak dengan ayakan berlubang besar sekitar 1,4 mm. Bagian yang lolos ayakan adalah dedak, bagian yang tidak lolos adalah beras jagung. Tampi beras jagung menggunakan tampah untuk membersihkan kotoran. Cuci, rendam sekitar 2 jam dalam baskom (bak), lalu buang komponen yang mengapung. Tiriskan menggunakan saringan. Keringkan di bawah sinar matahari hingga permukaan jagung kering. Rebus beras jagung bersama air dengan perbandingan 1:5 hingga terbentuk bubur, ditandai dengan mengentalnya adonan, jumlah air perebusan berkurang atau habis dan terbentuk warna jernih pada adonan. Dinginkan bubur jagung 15 menit untuk menurunkan suhu. Kemas bubur dalam plastik, bekukan dalam lemari es pada suhu -20°C selama 24 jam. Keluarkan bubur beku dan lunakkan dengan direndam dalam air didalam baskom. Ganti air rendaman setiap 5 menit. Keringkan bubur jagung menggunakan oven dengan suhu $60 - 70^{\circ}\text{C}$ selama 3 jam. Kemas beras jagung instan dengan kemasan plastik.

3.5.3 Es Krim Jagung

Bahan : Jagung manis, kedelai, whipped cream, gula pasir, CMC

Cara Pembuatan : Siapkan kedelai dan jagung, perbandingan kedelai dan jagung yaitu 1:2. Kedelai direndam semalam, setelah kulit ari kedelai lepas, kedelai diberi air 80°C , kemudian diblender. Jagung manis dikukus, dipipil, dan diblender dengan air panas hingga menjadi bubur jagung. Bubur jagung dan bubur kedelai disaring dengan kain saring rangkap dua, kemudian dicampurkan dan dipanaskan sambil diaduk. Setelah jadi susu kedelai jagung, dicampur whipped cream, gula pasir dan CMC, kemudian dipanaskan dulu, lalu diaduk dengan menggunakan mixer, selanjutnya disimpan di kulkas selama 24 jam, setelah itu bahan dioalah dengan ice cream maker, selanjutnya disimpan di dalam freezer sampai menjadi es krim

3.5.4 Kue Kering Jagung

Bahan : 150 g margarin, 75 g gula halus, 3 butir kuning telur, $\frac{1}{2}$ sdt garam halus, 50 g tepung jagung, 50 g tepung terigu protein rendah, 100 g emping jagung, Emping jagung secukupnya (untuk taburan).

Cara Pembuatan : Kocok margarin, gula halus, kuning telur dan garam hingga mengembang dan lembut, Tambahkan tepung jagung, tepung terigu dan emping jagung, aduk rata. Ambil 1 sdm adonan, letakkan di atas loyang yang diolesi margarin. Beri jarak satu dengan yang lainnya. Taburi atasnya dengan beberapa potong emping jagung. Panggang adonan dengan suhu 170°C hingga kue matang dan berwarna kuning kecoklatan. Angkat dan dinginkan, simpan kue kering dalam wadah kedap udara

3.5.5 Mi Jagung

Bahan : 200 g tepung jagung, 1.450 ml air, 5 g garam, 300 g tepung terigu protein tinggi, 4 g soda kue, 2 g STPP (sodium Tripoliphosphat), 1 g CMC, Baking powder.

Cara Pembuatan: Campur semua bahan, aduk hingga rata dan kalis, cetak adonan menjadi lembaran menggunakan alat penggiling mi. Pada tahap awal, gunakan penggiling mi ukuran besar, lakukan berulang-ulang agar kenyal dan homogen. Lalu, ganti dengan ukuran lubang yang lebih kecil. Giling kembali. Cetak adonan dengan alat pencetak mi hingga menjadi lembaran-lembaran mi. Kukus lembaran mi jagung selama 30 menit, lalu keringkan menggunakan oven pada suhu $60-70^{\circ}\text{C}$ selama 1 – 1,2 jam. Pengeringan dianggap cukup jika mi mudah dipatahkan. Kemas mi jagung dalam kemasan plastic

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. (2009). Aneka Olahan Jagung. Jakarta;Cetakan Pertama
- Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Gorontalo. (2011). Penanganan Pasca Panen dan Teknologi Pengolahan Hasil Jagung.
- Cair & Oktavia, N.D. (2017). Respon Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Jagung Manis (*Zea Mays* Saccharata Sturt) Terhadap Pengaruh Dosis dan Waktu Pemupukan Pupuk Cair Bio-Slurry.
- Wahyurini, E, Bambang, S, Antik, A. (2022). Teknik Budidaya dan Keragaman Genetik Jagung Manis. Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat UPN Veteran Yogyakarta.
- Riwandi., Merakati, Handajaningsih., Hasanudin. (2014). Teknik Budidaya Jagung dengan Sistem Organik di Lahan Marjinal. Bengkulu: UNIB Press.
- Subekti, Nuning. A, Syafruddin., Roy, Efendi., Sri, Sunarti. (2007). Morfologi Tanaman dan Fase Pertumbuhan Jagung. Jagung, Teknik Produksi dan Pengembangan, 16(1).
- Sugiyono. (2004). Teknologi Pengolahan Jagung. Makalah Seminar.
- Suleiman. R, Rosentrater. K A, & Bern. K (2013). Effects of Deterioration Parameters on Storage of Mize: A Review. *Journal of Natural Sciences Research*, 3(9).

BAB 4

ILMU SAGU

Oleh I Ketut Budaraga

4.1 Pendahuluan

Tanaman sagu (*Metroxylon sp*) merupakan tanaman tropis yang tersebar di dataran rendah Asia Tenggara dan Malaysia. Sagu bagi masyarakat telah menjadi bagian dari kehidupan dan penggerak perekonomian. Selain berpotensi besar sebagai sumber karbohidrat pendamping nasi, potensi besarnya juga berlaku sebagai sumber pakan ternak, bahan pangan industri, dan sumber energi.

Dari data kontribusi tanaman Sagu terlihat bahwa Sagu berpeluang menjadi kekuatan pangan nasional, dan optimalisasi pemanfaatan Sagu dapat meningkatkan perekonomian masyarakat.

Selama ini industri sagu berkembang cukup baik dengan adanya industri rumah tangga yang dikembangkan oleh para pengusaha di pedesaan karena membantu meningkatkan taraf hidup masyarakat. Industri rumah tangga sagu menciptakan produk bernilai tambah, merangsang pertumbuhan ekonomi pedesaan, menjadi sumber pendapatan primer atau sekunder, dan menciptakan lapangan kerja bagi masyarakat sekitar.

Pohon sagu (*Metroxylon sagu*) merupakan tanaman unggul untuk pertanian berkelanjutan. Kata 'sagu' aslinya berasal dari bahasa Jawa yang berarti empulur palem yang mengandung pati. Nama ilmiahnya berasal dari kata 'metra' yang berarti empulur atau parenkim dan 'xylon' yang berarti xilem. Hal ini dianggap sebagai 'tanaman pati abad ke-21' oleh banyak ilmuwan. Pohon sagu dapat diterima secara ekonomi, ramah lingkungan, dan mendukung stabilitas sosial

sistem agroforestri. Ini adalah tanaman yang sangat kuat, tumbuh subur di tanah gambut yang berawa dan asam, tanah yang terendam air dan mengandung garam dimana hanya sedikit tanaman yang dapat bertahan hidup, tumbuh lebih lambat di tanah gambut dibandingkan di tanah mineral. Sawit kebal terhadap banjir,

kekeringan, kebakaran, dan angin kencang. Sistem akar berserat yang besar memerangkap muatan lumpur dan menghilangkan polutan, kontaminan tinja, dan logam berat. Hutan sagu berperan sebagai penyerap karbon yang sangat baik untuk penyerapan karbon, sehingga memitigasi efek rumah kaca dan pemanasan global yang timbul akibat pelepasan karbon dioksida ke atmosfer akibat industrialisasi, dan peningkatan jumlah kendaraan bermotor.

Pohon sagu (*Metroxylon spp.*) merupakan tanaman ketahanan pangan yang penting di Asia tropis. Pati sagu, yang terakumulasi di batang pohon palem, merupakan sumber makanan penting dan bahan baku industri yang digunakan di seluruh dunia.

Batang pohon sagu (yang merupakan asal pati sagu) secara internasional disebut "rumbia" dan secara lokal (di Filipina) disebut "lumbia"; tanaman tropis berbatang besar dengan tinggi maksimum sekitar 9-25m tergantung jenisnya dan diameter 40cm; dengan daun menyirip hingga panjang 9m; meskipun mencapai kematangan komersial setelah 9 hingga 12 tahun penanaman. Beberapa peneliti menekankan bahwa varietas yang dibudidayakan di perkebunan *Metroxylon* sagu yang sudah mapan akan tumbuh dalam waktu 6-14 tahun tergantung pada kondisi tanah. Hal terbaik tentang pohon palem ini adalah ia dapat tumbuh subur di berbagai jenis tanah seperti pasir dan tanah liat yang memiliki drainase baik dan berkualitas buruk. Pohon palem juga tahan terhadap salinitas, banjir berturut-turut, tanah asam dan basah, serta tumbuh secara alami tanpa menggunakan pestisida atau herbisida.

Proses pembuatan sagu dimulai dengan pemotongan batang sagu dan pengambilan bagian dalamnya yang mengandung pati. Kemudian, bagian dalam batang tersebut dihaluskan dan direndam dalam air untuk memisahkan pati dari serat dan bahan-bahan lainnya. Setelah itu, campuran ini disaring untuk mendapatkan pati murni, yang kemudian dikeringkan dan dihancurkan menjadi tepung sagu. Tepung sagu umumnya berwarna putih hingga krem, dan memiliki tekstur halus seperti tepung terigu. Ini sering digunakan dalam berbagai resep masakan, baik sebagai pengental, bahan dasar, atau pengganti tepung terigu untuk orang-orang yang memiliki intoleransi terhadap gluten.

Sagu juga dapat digunakan untuk membuat hidangan seperti bubur sagu, kerupuk sagu, kue-kue tradisional, dan berbagai jenis makanan lainnya. Selain itu, sagu juga digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan produk lain seperti minuman sagu, tepung sagu, dan tepung peranakan yang digunakan dalam industri makanan dan minuman.

4.2 Kandungan Gizi Sagu

Sagu adalah sumber karbohidrat yang kaya dan memiliki beberapa nutrisi, meskipun tidak sebanyak biji-bijian atau sumber karbohidrat lainnya. Di sini adalah kandungan gizi yang umumnya terdapat dalam sagu:

1. Karbohidrat: Sagu kaya akan karbohidrat, terutama pati. Ini merupakan sumber energi utama dan memberikan kontribusi signifikan terhadap asupan kalori.
2. Serat: Sagu juga mengandung serat diet, meskipun jumlahnya tidak sebanyak biji-bijian utuh atau sumber serat lainnya. Serat membantu pencernaan dan menjaga kesehatan usus.
3. Protein: Sagu mengandung sedikit protein dibandingkan dengan biji-bijian, tetapi masih memberikan kontribusi pada asupan protein.
4. Vitamin dan Mineral: Sagu tidak mengandung banyak vitamin atau mineral, namun dapat menyediakan sejumlah kecil kalsium, zat besi, fosfor, dan potassium.
5. Kalori: Sagu relatif tinggi kalori karena kandungan karbohidratnya yang tinggi. Namun, kadar lemaknya rendah, menjadikannya pilihan yang baik untuk sumber energi yang rendah lemak.

Meskipun sagu bisa menjadi tambahan yang bermanfaat dalam pola makan, penting untuk mengonsumsinya dalam jumlah yang moderat dan seimbang dengan makanan lain yang kaya akan nutrisi, seperti sayuran, buah-buahan, dan protein.

4.3 Manfaat Sagu

Sagu memiliki beberapa manfaat untuk kesehatan dan dapat menjadi bagian dari pola makan yang seimbang. Beberapa manfaat sagu termasuk:

1. Sumber Energi: Sagu adalah sumber karbohidrat yang kaya, yang menyediakan energi yang diperlukan oleh tubuh untuk menjalankan berbagai fungsi.
2. Serat: Meskipun tidak sebanyak biji-bijian atau sayuran, sagu mengandung serat diet yang dapat membantu menjaga kesehatan pencernaan, mencegah sembelit, dan meningkatkan perasaan kenyang.
3. Gluten-Free: Sagu tidak mengandung gluten, sehingga merupakan pilihan yang baik untuk mereka yang memiliki intoleransi atau alergi gluten.
4. Sumber Nutrisi: Sagu mengandung beberapa vitamin dan mineral, meskipun dalam jumlah yang lebih rendah dibandingkan dengan sumber karbohidrat lainnya. Ini termasuk sejumlah kecil kalsium, zat besi, fosfor, dan potasium.
5. Bahan Pengganti: Sagu dapat digunakan sebagai pengganti tepung terigu dalam resep untuk orang-orang yang memiliki intoleransi terhadap gluten atau alergi terhadap biji-bijian.
6. Variasi dalam Makanan: Sagu dapat digunakan dalam berbagai hidangan, termasuk bubur sagu, kerupuk sagu, kue-kue tradisional, dan makanan penutup lainnya, sehingga menambah variasi dalam pola makan.

Namun, penting untuk diingat bahwa sagu sebaiknya dikonsumsi dalam jumlah yang moderat sebagai bagian dari pola makan yang seimbang. Konsumsi berlebihan dari segala jenis karbohidrat dapat menyebabkan lonjakan gula darah yang tidak sehat.

4.4 Pengolahan Sagu

Proses pengolahan sagu melibatkan beberapa tahap, mulai dari pemanenan batang sagu hingga pembuatan produk jadi. Berikut adalah langkah-langkah umum dalam pengolahan sagu:

1. Pemanenan: Tanaman sagu dipanen dengan memotong batangnya yang matang. Biasanya, bagian dalam batang yang mengandung pati yang akan digunakan untuk membuat sagu.
2. Pemisahan Pati: Setelah dipanen, bagian dalam batang sagu dipotong menjadi potongan-potongan kecil dan direndam dalam air. Rendaman ini bertujuan untuk memisahkan pati dari serat dan bahan-bahan lainnya.
3. Pemurnian: Campuran pati dan air kemudian disaring untuk memisahkan pati murni dari serat dan kotoran. Setelah itu, pati murni dikeringkan untuk menghasilkan tepung sagu.
4. Pengolahan Lanjutan: Tepung sagu kemudian dapat diolah lebih lanjut menjadi berbagai produk. Misalnya, untuk membuat bubur sagu, tepung sagu dicampur dengan air dan dimasak hingga menjadi bubur kental. Untuk membuat kerupuk sagu, tepung sagu dicampur dengan air, dibentuk menjadi adonan, dan kemudian dipanggang atau digoreng.
5. Pengemasan: Produk sagu yang sudah jadi kemudian dikemas dalam kemasan yang sesuai untuk distribusi dan konsumsi.

Proses pengolahan sagu dapat bervariasi tergantung pada teknik yang digunakan dan produk akhir yang diinginkan. Dalam banyak kasus, teknik tradisional masih digunakan untuk menghasilkan produk sagu dengan kualitas yang baik.

4.5 Macam-Macam Olahan Tepung Sagu

Tepung sagu dapat diolah menjadi berbagai hidangan yang lezat dan beragam. Berikut adalah beberapa macam olahan tepung sagu:

1. Bubur Sagu: Bubur sagu adalah hidangan tradisional yang terbuat dari tepung sagu yang direbus dengan air dan gula, sering kali ditambahkan dengan santan untuk memberikan rasa kaya dan kental. Bubur sagu sering dihidangkan sebagai hidangan penutup atau makanan ringan.
2. Kue Sagu: Tepung sagu bisa digunakan sebagai bahan dasar untuk membuat berbagai jenis kue, termasuk kue kering, kue

lapis, bolu, atau kue tradisional seperti kue lumpur. Kue sagu biasanya memiliki tekstur yang lembut dan lembut.

3. Kerupuk Sagu: Tepung sagu juga bisa diolah menjadi kerupuk, yang merupakan camilan renyah yang populer di banyak negara. Kerupuk sagu biasanya dibuat dengan mencampurkan tepung sagu dengan air dan bahan-bahan lainnya, kemudian menggorengnya hingga kering dan renyah.
4. Es Sagu: Es sagu adalah minuman segar yang terbuat dari bola-bola sagu yang dimasak dalam air gula dan disajikan dengan air kelapa atau susu kelapa dan es serut. Es sagu sering dihidangkan sebagai minuman penyegar di musim panas.
5. Puding Sagu: Tepung sagu bisa digunakan sebagai pengental untuk membuat puding, baik dalam versi manis atau gurih. Puding sagu sering dibuat dengan mencampurkan tepung sagu dengan susu, gula, dan bahan-bahan lainnya, kemudian direbus hingga mengental.
6. Kue Tradisional: Di berbagai budaya, tepung sagu sering digunakan dalam berbagai jenis kue tradisional. Misalnya, dalam masakan Indonesia, tepung sagu sering digunakan untuk membuat kue putu, onde-onde, atau kue mangkok.
7. Dodol Sagu: Dodol adalah permen khas Indonesia yang terbuat dari bahan-bahan seperti tepung beras, gula, dan santan. Beberapa resep dodol juga menggunakan tepung sagu sebagai bahan pengental, memberikan tekstur yang kenyal dan kenyal.

Ini hanya beberapa contoh olahan tepung sagu yang populer, namun ada banyak lagi variasi dan resep lainnya yang dapat dieksplorasi. Tepung sagu adalah bahan yang serbaguna dan dapat digunakan dalam berbagai jenis hidangan manis dan gurih.

4.6 Keunggulan Tepung Sagu

Tepung sagu memiliki beberapa keunggulan yang membuatnya populer dan sering digunakan dalam berbagai jenis masakan. Berikut adalah beberapa keunggulan tepung sagu:

1. Gluten-Free: Salah satu keunggulan utama tepung sagu adalah bahwa itu tidak mengandung gluten. Ini membuatnya menjadi

pilihan yang baik untuk orang-orang yang memiliki intoleransi atau alergi terhadap gluten, serta untuk mereka yang memilih diet bebas gluten.

2. Tidak Berbau atau Berasa: Tepung sagu memiliki sifat netral dalam hal rasa dan aroma. Ini memungkinkannya untuk digunakan dalam berbagai hidangan tanpa mengubah rasa asli dari bahan-bahan lainnya.
3. Tepung Pengental yang Kuat: Tepung sagu adalah pengental yang kuat, artinya hanya sedikit yang diperlukan untuk mengentalkan cairan. Ini membuatnya efisien dalam penggunaannya dalam masakan, terutama saat membuat saus, kue, atau puding.
4. Tahan Lama: Tepung sagu memiliki umur simpan yang panjang dan biasanya tidak mudah rusak jika disimpan di tempat yang tepat, menjadikannya bahan dapur yang baik untuk disimpan dalam persediaan.
5. Tekstur yang Halus: Tepung sagu memiliki tekstur yang halus dan lembut, yang membuatnya cocok untuk digunakan dalam berbagai jenis hidangan, termasuk kue-kue dan puding, karena tidak meninggalkan gumpalan atau tekstur yang kasar.
6. Tidak Berwarna: Tepung sagu biasanya memiliki warna putih atau krem yang netral, yang membuatnya cocok untuk digunakan dalam berbagai resep tanpa mengubah warna atau penampilan akhir dari hidangan.
7. Harga Terjangkau: Tepung sagu umumnya memiliki harga yang terjangkau dan mudah ditemukan di banyak toko bahan makanan. Ini membuatnya menjadi pilihan yang ekonomis untuk digunakan dalam memasak sehari-hari.

Kombinasi dari keunggulan-keunggulan ini membuat tepung sagu menjadi bahan dapur yang serbaguna dan dapat digunakan dalam berbagai jenis masakan, baik dalam resep manis maupun gurih.

4.7 Cara Pengolahan Tepung Sagu Agar Berkualitas

Proses pengolahan tepung sagu yang tepat dapat memastikan bahwa produk akhir memiliki kualitas yang baik. Berikut adalah

beberapa langkah yang dapat dilakukan untuk menghasilkan tepung sagu berkualitas:

1. Pemilihan Bahan Baku yang Berkualitas: Pilihlah batang sagu yang segar dan berkualitas baik sebagai bahan baku untuk membuat tepung sagu. Pastikan batang sagu bebas dari kerusakan atau kotoran yang dapat mempengaruhi kualitas akhir tepung.
2. Pencucian dan Pengeringan: Cuci batang sagu secara menyeluruh untuk menghilangkan kotoran dan debu yang menempel. Setelah dicuci, potong batang sagu menjadi potongan-potongan kecil dan keringkan dengan menggunakan sinar matahari atau mesin pengering. Pastikan batang sagu benar-benar kering sebelum dilanjutkan ke tahap berikutnya.
3. Pemisahan Pati dari Serat: Setelah batang sagu kering, lakukan proses pemisahan pati dari serat dan komponen lainnya. Ini dapat dilakukan dengan menggiling batang sagu yang telah dikeringkan menjadi bubuk dan menyaringnya dengan menggunakan saringan halus atau kain kasa untuk memisahkan pati dari serat.
4. Pemurnian Pati: Setelah proses pemisahan, pati sagu perlu dimurnikan untuk menghilangkan kotoran atau partikel yang tidak diinginkan. Proses pemurnian dapat dilakukan dengan mencuci pati sagu dalam air bersih beberapa kali atau dengan menggunakan metode lainnya, seperti sedimentasi atau sentrifugasi.
5. Pengeringan Tepung Sagu: Setelah pati sagu dimurnikan, keringkan tepung sagu dengan menggunakan mesin pengering atau dengan cara tradisional menggunakan sinar matahari. Pastikan tepung sagu benar-benar kering dan tidak mengandung kelembaban yang berlebihan.
6. Penyimpanan yang Tepat: Simpan tepung sagu dalam wadah yang kedap udara dan rapat untuk mencegah kelembaban masuk dan mencegah kerusakan. Simpanlah tepung sagu di tempat yang sejuk, kering, dan gelap untuk mempertahankan kualitasnya dalam jangka waktu yang lama.

Dengan mengikuti langkah-langkah pengolahan yang tepat, Anda dapat menghasilkan tepung sagu berkualitas tinggi yang siap digunakan dalam berbagai resep masakan.

4.8 Kendala-Kendala Produksi Tepung Sagu

Produksi tepung sagu dapat menghadapi beberapa kendala yang dapat mempengaruhi kualitas dan kuantitas hasil akhir. Berikut adalah beberapa kendala yang mungkin dihadapi dalam produksi tepung sagu:

1. Ketersediaan Bahan Baku: Produksi tepung sagu tergantung pada ketersediaan batang sagu yang berkualitas baik. Kendala dalam pasokan batang sagu segar dan berkualitas dapat mempengaruhi produksi tepung sagu.
2. Cuaca: Proses pengeringan batang sagu dan tepung sagu terkadang membutuhkan sinar matahari atau kondisi cuaca yang sesuai. Cuaca yang buruk, seperti hujan berkepanjangan atau kelembaban tinggi, dapat mengganggu proses pengeringan dan memperlambat produksi.
3. Perawatan Alat dan Mesin: Mesin dan peralatan yang digunakan dalam proses pengolahan tepung sagu memerlukan perawatan dan pemeliharaan yang baik. Kerusakan atau gangguan pada mesin dapat menyebabkan penundaan dalam produksi dan mengganggu kualitas tepung sagu.
4. Kualitas Air: Kualitas air yang digunakan dalam proses produksi, terutama untuk pencucian dan pemurnian pati sagu, dapat mempengaruhi kualitas akhir tepung sagu. Air yang terkontaminasi atau mengandung kotoran dapat mengganggu proses pemurnian dan menghasilkan tepung sagu yang tidak bersih.
5. Ketersediaan Tenaga Kerja: Produksi tepung sagu memerlukan tenaga kerja yang terampil dan terlatih untuk melakukan berbagai tahapan proses dengan baik. Keterbatasan tenaga kerja atau kurangnya keterampilan dalam pengolahan dapat menjadi kendala dalam produksi.
6. Pasar dan Persaingan: Faktor pasar dan persaingan juga dapat menjadi kendala dalam produksi tepung sagu. Fluktuasi harga,

permintaan yang rendah, atau persaingan dari produsen tepung sagu lainnya dapat mempengaruhi kinerja produksi dan profitabilitas.

Dengan mengidentifikasi dan mengatasi kendala-kendala tersebut, produsen tepung sagu dapat meningkatkan efisiensi dan kualitas produksi mereka serta memastikan kelancaran operasi bisnis.

4.9 Prospek Tepung Sagu Kedepan

Prospek tepung sagu kedepan terlihat cukup cerah karena beberapa alasan:

1. Tren Kesehatan dan Diet: Semakin banyak orang yang mulai mengadopsi gaya hidup sehat dan memperhatikan pola makan mereka. Tepung sagu yang bebas gluten dan rendah lemak menjadi alternatif menarik untuk pengganti tepung terigu dalam berbagai resep, yang memungkinkannya menjadi pilihan yang lebih populer di kalangan konsumen yang peduli dengan kesehatan.
2. Diversifikasi Produk: Tepung sagu dapat digunakan dalam berbagai jenis hidangan, baik manis maupun gurih. Dengan melakukan inovasi dan pengembangan produk, produsen dapat menciptakan variasi baru dari tepung sagu dan produk turunannya, sehingga menarik minat konsumen yang lebih luas.
3. Peningkatan Permintaan Pasar: Permintaan akan produk bebas gluten semakin meningkat, baik di pasar lokal maupun global. Tepung sagu, sebagai salah satu bahan bebas gluten yang populer, dapat memanfaatkan tren ini untuk meningkatkan penetrasi pasar dan ekspansi bisnis.
4. Potensi Ekspor: Indonesia, misalnya, merupakan salah satu produsen utama sagu dunia. Potensi ekspor tepung sagu ke pasar internasional masih besar, terutama dengan meningkatnya permintaan global untuk bahan makanan alami dan organik.
5. Inovasi Teknologi: Penggunaan teknologi modern dalam proses produksi tepung sagu dapat meningkatkan efisiensi dan kualitas produksi. Inovasi dalam proses pengolahan, pemurnian, dan

pengemasan tepung sagu dapat membantu produsen untuk memenuhi standar kualitas yang lebih tinggi dan meningkatkan daya saing produk mereka di pasar.

Dengan memperhatikan tren pasar, permintaan konsumen, dan terus melakukan inovasi, produsen tepung sagu dapat mengambil manfaat dari prospek yang cerah dan memperluas pangsa pasar mereka di masa depan

4.10 Tantangan Pengembangan Tepung Sagu

Meskipun prospek tepung sagu terlihat cerah, ada beberapa tantangan yang mungkin dihadapi dalam pengembangan dan pertumbuhan industri tepung sagu ke depan. Beberapa tantangan utama termasuk:

1. Peningkatan Permintaan Bahan Baku: Permintaan yang terus meningkat untuk tepung sagu dapat menyebabkan peningkatan permintaan bahan baku, yaitu batang sagu. Namun, pasokan batang sagu yang terbatas atau tidak terkendali dapat menghambat pertumbuhan industri tepung sagu.
2. Kualitas dan Konsistensi: Kualitas dan konsistensi tepung sagu dapat bervariasi tergantung pada faktor-faktor seperti metode pengolahan, bahan baku, dan kondisi cuaca. Menjaga kualitas dan konsistensi produk menjadi tantangan, terutama ketika permintaan meningkat.
3. Persaingan dari Pengganti: Meskipun tepung sagu memiliki keunggulan sebagai pengganti tepung terigu dan bahan bebas gluten, persaingan dari pengganti lainnya seperti tepung almond, tepung singkong, atau tepung kacang-kacangan juga dapat menjadi tantangan.
4. Peningkatan Harga Bahan Baku: Kenaikan harga bahan baku seperti batang sagu atau energi dapat mempengaruhi biaya produksi tepung sagu. Hal ini dapat mengarah pada kenaikan harga jual, yang dapat memengaruhi daya saing produk di pasar.
5. Regulasi Pangan dan Standar Kualitas: Ketatnya regulasi pangan dan standar kualitas yang diberlakukan oleh pemerintah dapat mempengaruhi proses produksi dan distribusi tepung sagu.

Produsen harus memastikan bahwa produk mereka memenuhi semua persyaratan dan standar yang berlaku.

6. Pendidikan dan Kesadaran Konsumen: Meskipun ada peningkatan kesadaran tentang pentingnya pola makan sehat, masih banyak konsumen yang belum memahami manfaat atau cara menggunakan tepung sagu. Edukasi konsumen dan promosi produk dapat menjadi tantangan dalam meningkatkan penetrasi pasar.
7. Pengelolaan Limbah: Proses pengolahan tepung sagu menghasilkan limbah organik seperti ampas sagu yang dapat menimbulkan masalah lingkungan jika tidak dikelola dengan baik. Pengelolaan limbah yang efektif menjadi tantangan dalam memastikan keberlanjutan operasi industri tepung sagu.

Dengan mengidentifikasi dan mengatasi tantangan-tantangan ini, industri tepung sagu dapat terus berkembang dan mengambil manfaat dari prospek yang cerah di masa depan. Ini memerlukan kerja sama antara produsen, pemerintah, dan pemangku kepentingan lainnya untuk menciptakan lingkungan yang kondusif bagi pertumbuhan industri tepung sagu.

4.11 Persiapan Menghadapi Tantangan Pemasaran Tepung Sagu

Menghadapi tantangan pemasaran tepung sagu memerlukan strategi yang terencana dan terkoordinasi. Berikut adalah beberapa langkah persiapan yang dapat dilakukan untuk menghadapi tantangan pemasaran tepung sagu:

1. Penelitian Pasar: Lakukan penelitian pasar mendalam untuk memahami tren konsumen, preferensi, dan permintaan pasar terkait tepung sagu. Identifikasi kebutuhan pasar yang belum terpenuhi dan peluang pertumbuhan potensial.
2. Segmentasi Pasar: Bagi pasar menjadi segmen-semen yang lebih kecil berdasarkan karakteristik seperti demografi, perilaku, atau preferensi. Identifikasi segmen pasar yang paling berpotensi dan sesuaikan strategi pemasaran Anda untuk setiap segmen tersebut.

3. Pengembangan Produk: Berinovasi dalam pengembangan produk untuk menciptakan variasi baru dari tepung sagu atau produk turunannya. Berdasarkan penelitian pasar, kembangkan produk yang memenuhi kebutuhan dan keinginan konsumen.
4. Branding dan Identitas Merek: Buatlah branding yang kuat dan identitas merek yang membedakan produk tepung sagu Anda dari pesaing. Fokus pada nilai tambah produk Anda, seperti kualitas, konsistensi, atau keunggulan nutrisi.
5. Strategi Harga: Tentukan strategi harga yang sesuai dengan posisi produk Anda di pasar dan nilai yang ditawarkan kepada konsumen. Perhatikan harga pesaing, biaya produksi, dan persepsi nilai konsumen.
6. Saluran Distribusi: Kembangkan saluran distribusi yang efektif untuk menyebarluaskan produk tepung sagu Anda ke pasar. Pertimbangkan saluran distribusi tradisional dan online yang sesuai dengan target pasar Anda.
7. Pemasaran dan Promosi: Gunakan berbagai saluran pemasaran dan promosi untuk meningkatkan kesadaran dan minat konsumen terhadap produk tepung sagu Anda. Ini termasuk pemasaran digital, iklan, promosi penjualan, dan kegiatan branding.
8. Pelayanan Pelanggan: Berikan pelayanan pelanggan yang baik dan responsif untuk membangun hubungan jangka panjang dengan pelanggan. Tanggapi pertanyaan, masukan, atau keluhan konsumen dengan cepat dan profesional.
9. Kemitraan Strategis: Jalin kemitraan strategis dengan pemangku kepentingan terkait, seperti produsen makanan, restoran, atau pengecer, untuk meningkatkan visibilitas dan penetrasi pasar produk tepung sagu Anda.
10. Pantau dan Evaluasi: Terus pantau kinerja pemasaran Anda dan lakukan evaluasi terhadap strategi Anda secara berkala. Tinjau kembali tujuan, metrik kinerja, dan strategi Anda, dan sesuaikan jika diperlukan untuk meningkatkan efektivitas pemasaran Anda.

Dengan melakukan persiapan yang matang dan mengimplementasikan strategi pemasaran yang tepat, Anda dapat menghadapi tantangan pemasaran tepung sagu dengan lebih baik dan meningkatkan kesuksesan produk Anda di pasar.

4.12 Aneka Olahan Pangan Bersumber Dari Sagu

Tepung sagu dapat digunakan dalam berbagai macam olahan pangan yang lezat dan bervariasi. Berikut beberapa contoh aneka olahan pangan yang bersumber dari sagu:

1. Bubur Sagu: Bubur sagu adalah hidangan tradisional yang terbuat dari tepung sagu yang direbus dengan air dan gula. Biasanya disajikan dengan tambahan santan atau susu, serta bisa diberi topping seperti kacang kedelai, jagung manis, atau biji salak.
2. Kue Sagu: Tepung sagu sering digunakan sebagai bahan dasar untuk membuat berbagai jenis kue, seperti kue lapis sagu, kue putu, kue ku, atau kue mangkok. Kue-kue ini memiliki tekstur yang lembut dan kenyal.
3. Kerupuk Sagu: Kerupuk sagu adalah camilan yang terbuat dari campuran tepung sagu, air, dan bahan-bahan lainnya yang kemudian diolah menjadi kerupuk. Kerupuk sagu memiliki tekstur yang renyah dan gurih.
4. Es Sagu: Es sagu adalah minuman segar yang terbuat dari bolabola sagu yang dimasak dalam air gula dan disajikan dengan air kelapa, santan, atau susu kelapa serta es serut. Es sagu sering diberi tambahan buah segar atau sirup untuk memberikan rasa yang lebih segar.
5. Dodol Sagu: Dodol adalah permen tradisional yang terbuat dari bahan-bahan seperti tepung beras, gula, dan santan. Beberapa resep dodol juga menggunakan tepung sagu sebagai bahan pengental, memberikan tekstur yang kenyal dan kental.
6. Puding Sagu: Tepung sagu dapat digunakan sebagai pengental untuk membuat puding, baik dalam versi manis atau gurih. Puding sagu sering dibuat dengan mencampurkan tepung sagu dengan susu, gula, dan bahan-bahan lainnya, kemudian direbus hingga mengental.
7. Makanan Tradisional: Di beberapa daerah, tepung sagu juga digunakan dalam berbagai hidangan tradisional, seperti papeda dari Papua atau sayur mayang dari Sulawesi, yang menggunakan sagu sebagai bahan utama dalam masakan tersebut.
8. Aneka Kue dan Makanan Penutup: Selain itu, tepung sagu dapat digunakan dalam berbagai resep kue dan makanan penutup

lainnya, seperti aneka jajan pasar, kue tradisional, atau makanan manis khas daerah.

Dengan berbagai kemungkinan penggunaan dan olahan tepung sagu, Anda dapat menciptakan berbagai hidangan yang lezat dan unik dengan bahan dasar yang sama.

4.13 Upaya-Upaya Mempertahankan Kualitas Tepung Sagu

Untuk mempertahankan kualitas tepung sagu, Anda dapat melakukan beberapa upaya yang terarah dan terencana. Berikut adalah beberapa upaya yang dapat dilakukan:

1. Pemilihan Bahan Baku yang Berkualitas: Pastikan batang sagu yang digunakan sebagai bahan baku untuk membuat tepung sagu adalah segar dan berkualitas baik. Pilihlah batang sagu yang bebas dari kerusakan fisik atau kontaminasi yang dapat mempengaruhi kualitas akhir tepung.
2. Proses Pengolahan yang Tepat: Lakukan proses pengolahan tepung sagu dengan hati-hati dan teliti. Ikuti langkah-langkah pengolahan yang tepat, termasuk pencucian, pemisahan pati dari serat, pemurnian pati, pengeringan, dan penggilingan, dengan memperhatikan kebersihan dan sanitasi yang baik.
3. Pemilihan Metode Pengeringan yang Tepat: Pilihlah metode pengeringan yang sesuai untuk mengeringkan pati sagu, baik itu dengan menggunakan sinar matahari atau mesin pengering. Pastikan pati sagu benar-benar kering untuk mencegah pertumbuhan jamur atau mikroorganisme yang dapat merusak kualitas tepung.
4. Pengemasan yang Tepat: Setelah tepung sagu selesai diproduksi, kemaslah dalam kemasan yang kedap udara dan rapat untuk mencegah kelembaban masuk yang dapat menyebabkan tepung menjadi basah atau terkontaminasi. Pastikan kemasan juga bersih dan steril untuk menjaga keamanan dan kualitas produk.
5. Penyimpanan yang Tepat: Simpanlah tepung sagu di tempat yang sejuk, kering, dan gelap untuk mencegah paparan sinar matahari langsung yang dapat merusak kualitas tepung. Hindari

penyimpanan tepung sagu di tempat yang lembap atau terbuka yang dapat menyebabkan kontaminasi atau penyerbukan.

6. Pengendalian Kualitas Selama Proses Produksi: Lakukan pengendalian kualitas secara terus menerus selama proses produksi tepung sagu, termasuk pengawasan terhadap parameter-parameter seperti suhu, kelembaban, dan waktu pengolahan. Perhatikan indikator-indikator kualitas seperti warna, aroma, dan tekstur tepung sagu selama proses produksi.
7. Uji Kualitas Rutin: Lakukan uji kualitas rutin untuk memastikan bahwa tepung sagu memenuhi standar kualitas yang ditetapkan, termasuk uji mikrobiologis, uji kebersihan, dan uji organoleptik. Gunakan hasil uji kualitas ini untuk melakukan perbaikan atau penyesuaian yang diperlukan dalam proses produksi.

Dengan melaksanakan upaya-upaya ini secara konsisten dan terus menerus, Anda dapat mempertahankan kualitas tepung sagu dan memastikan bahwa produk Anda memenuhi standar kualitas yang tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Budiyanto, A., Arif, A. B., & Richana, N. 2019. Optimization of Liquid Sugar Production Process from Sago (*Metroxylon* spp.). IOP Conference Series. Earth and Environmental Science, 309(1), 012052. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/309/1/012052>
- Flach, M., & Schuilling, D. L. 1989. Revival of an ancient starch crop: a review of the agronomy of the sago palm. *Agroforestry Systems*, 7, 259–281.
- Flach, M. 1997. Sago palm: *Metroxylon sagu* Rottb. *Diversity*, 76. <http://sciencelinks.jp/jeast/article/200204/000020020401A1077090.php>
- Hisajima, S. 1994. Propagation of sago palm plant. *Nippon Nogei Kagaku Kaishi* (Japan), 68(4), 833–836.
- Jong, F. S. 1995. Interview published in *New Straits Times*, July 24.
- McClactchey W., Manner H.I., Elevitch C.R. 2006. *Metroxylon amicarum*, *M. paulcoxii*, *M. sagu*, *M. salomonense*, *M. vitiense* and *M. warburgii* (sago palm), *Arecaceae* (palm family). Species Profiles for Pacific Island Agroforestry.
- Murod, M., Kusmana, C., Bintoro, M. H., Widiatmaka, N., & Hilmi, E. 2018. Structure analysis of the constraint sago sustainable management in Kepulauan Meranti Regency Riau Province. *Buletin Palma*, 19(2).
- Mustafa Kamal M., Baini R., Mohamaddan S., Henry Ragai A.R., Soh Fong L., Abdul Rahman N., Mili N., Taib S.N.L., Othman A.K., Abdullah M.O. 2017. Comparisons of the physicochemical and functional properties of commercially and traditionally processed sago starch, MATEC Web of Conferences. Sarawak, Malaysia.
- Nurleyna Y, Azhar AR. 2012. Biogas generation potential via anaerobic treatment of sago mill effluent. In: 2nd ASEAN Sago Symposium. Kuching, Sarawak: Universiti Malaysia Sarawak.
- Resdati, R., Yusuf, Y., Sidiq, R. S. S., Bahagiana, B., Lestari, N. F., & Ningsih, I. R. 2024. Derivation of sago Processed food in Yupaet MSMEs. *Journal of Applied Business and Technology*, 5(1), 8–15. <https://doi.org/10.35145/jabt.v5i1.159>

- Ruddle K, Johnson D, Townsend P.K, Rees J.D. 1978. Palm sago: A Tropical Starch from Marginal Lands. Honolulu, Hawaii: Univ. Press of Hawaii.
- Timisela, N. R., Leatemia, E. D., Luhukay, J. M., Polnaya, F. J., & Bremer, R. 2020. An analysis of factors influencing consumers' perception towards the product attributes of sago local food agro-industry. *International Journal of Innovation, Creativity and Change*, 12(6), 500–518.
- Umar, M., Sial, M. S., & Xu, Y. 2021. What Are The Channels Through Which Bank Liquidity Creation Affects GDP? Evidence From an Emerging Country. *SAGE Open*, 11(2), 1–11. <https://doi.org/10.1177/21582440211022325>
- Singhal, R. S., Kennedy, J. F., Gopalakrishnan, S. M., Kaczmarek, A., Knill, C. J., & Akmar, P. F. 2008. Industrial production, processing, and utilization of sago palm-derived products. *Carbohydrate Polymers*, 72(1), 1–20. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2007.07.043>
- Stanton, W. R. 1991. Long-Term and Ancillary Environmental Benefits from Sago Agroforestry Systems. In Ng Thai-Tsiung, Tie Yiu-Liong & Kueh Hong-Siong (Eds.). *Proceedings of the Fourth International Sago Symposium* (pp. 24–35). Held in Kuching, Sarawak on August 6–9, (April).
- Timisela, N. R., Masyhuri, M., & Darwanto, D. H. 2021. Development Strategy of SAGO Local Food Agroindustry using Analytical Hierarchy Process Method. *Agraris*, 7(1), 36–52. <https://doi.org/10.18196/agraris.v7i1.9378>
- Triputranto, A., Henanto, H., Harianto, B. B., & Andoyo, R. 2023. Improvement of integrated SAGO processing in Meranti Islands Regency. *Tropical Plantation Journal*, 2(1), 15–21. <https://doi.org/10.56125/tpj.v2i1.16>
- Yunus, N., Jahim, J. M., Anuar, N., Abdullah, S. R. S., & Kofli, N. T. 2014. Batch fermentative hydrogen production utilising sago (*Metroxylon* sp.) starch processing effluent by enriched sago sludge consortia. *International Journal of Hydrogen Energy*, 39(35), 19937–19946. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2014.10.015>

BAB 5

ILMU SINGKONG

Oleh Erismar Amri

5.1 Pendahuluan

Singkong merupakan tanaman yang tumbuh pada daerah tropis dan subtropis pada rentang kondisi lingkungan dan tanah yang luas. Singkong tahan terhadap kondisi stress lingkungan sehingga banyak ditanam pada skala kecil dengan sumber daya terbatas. Produksi singkong di Indonesia mencapai 20 juta ton per tahun (BPS, 2008).

5.2 Taksonomi Singkong

Singkong termasuk pada Kingdom: Plantae, Super Divisi: Spermatophyta, Divisi: Magnoliophyta, Kelas: Magnoliopsida, Sub Kelas: Rosidae, Ordo: Euphorbiales, Famili: Euphorbiaceae, Genus: *Manihot*, Spesies: *Manihot utilissima* Pohl. Indonesia memiliki varietas singkong yang cukup tinggi. Menurut data Bank Gen BB-Biogen Bogor terdapat 600 aksesi plasma nutfah dan 452 diantaranya ada dalam data base.

5.3 Komponen Kimia Singkong

Singkong mengandung protein, karbohidrat, serat kasar, lemak, pektin, kalsium, HCN, tannin, enzim peroksidase, kalsium oksalat, sehingga dijadikan bahan pembuat berbagai makanan. Komponen kimia dan gizi dalam 100 g kulit dan daging singkong dapat dilihat pada Tabel 5.1. dan Tabel 5.2. berikut ini.

Tabel 5.1. Nutrisi 100 g Singkong Mentah menurut data USDA (U.S. Department of Agriculture)

No	Komponen	Jumlah	Unit
1	Air	59,7	g
2	Energi	160	kcal
3	Energi	667	kJ
4	Protein	1,36	g
5	Lipid total	0,28	g
6	Abu	0,62	g
7	Karbohidrat	38,1	g
8	Serat	1,8	g
9	Gula total	1,7	g
10	Kalsium	16	mg
11	Fe	0,27	mg
12	Mg	21	mg
13	P	27	mg
14	K	271	mg
15	Na	14	mg
16	Zn	0,34	mg
17	Cu	0,1	mg
18	Mn	0,384	mg
19	Se	0,7	μg
20	Vitamin C (Asam Askorbat)	20,6	mg
21	Thiamin	0,087	mg
22	Riboflavin	0,048	mg
23	Niacin	0,854	mg
24	Asam Pantotenat	0,107	mg
25	Vitamin B-6	0,088	mg
26	Folat total	27	μg
27	Kolin total	23,7	mg
28	Betain	0,4	mg
29	Vitamin A	13	IU
30	β-karoten	8	μg
31	Vitamin E (α-tokoferol)	0,19	mg
32	Vitamin K (filoquinon)	1,9	μg

No	Komponen	Jumlah	Unit
33	Asam lemak jenuh total	0,074	g
34	Asam lemak jenuh 12:0	0,001	g
35	Asam lemak jenuh 16:0	0,069	g
36	Asam lemak jenuh 18:0	0,005	g
37	Asam lemak tak jenuh tunggal total	0,075	g
38	Asam lemak tak jenuh tunggal 18:1	0,075	g
39	Asam lemak tak jenuh ganda total	0,048	g
40	Asam lemak tak jenuh ganda 18:2	0,032	g
41	Asam lemak tak jenuh ganda 18:3	0,017	g

Tabel 5.2 Komponen Kimia pada 100 g Kulit dan Umbi Singkong

No	Komponen Kimia	Kulit Umbi Singkong	Umbi Singkong
1.	Protein (g)	8,11	1,00
2.	Serat Kasar (g)	15,20	
3.	Pektin (g)	0,22	
4.	Lemak (g)	1,29	0,10
5.	Kalsium (g)	0,63	
6.	Kalori (kal)		154,00
7.	Karbohidrat (g)		36,80

Sumber: Putri (2012)

Tanaman singkong yang dimanfaatkan tidak hanya umbi bagian daging dan kulitnya, tetapi juga daunnya. Daun singkong juga mengandung beberapa komponen kimia yaitu serat kasar, zat besi dan HCN. HCN atau sianida merupakan salah satu zat kimia yang berbahaya bagi kesehatan manusia, bahkan bisa menyebabkan keracunan dan kematian, sehingga perlu diperhatikan saat mengolah singkong menjadi produk makanan. Sianida diketahui dapat menghambat penyerapan oksigen pada sistem pernafasan, sehingga bisa terjadi kekejangan tenggorokan, diikuti sesak nafas, hilang kesadaran. Kadar sianida dapat dikurangi dengan cara pencucian, perendaman, pemasakan dan pengeringan (Sari, 2018).

5.4 Pemanfaatan Singkong untuk Bahan Pangan

Singkong sudah banyak dimanfaatkan untuk membuat berbagai produk pangan. Bagian dari tanaman singkong yang dimanfaatkan untuk produk pangan tidak hanya umbi dan daunnya saja, namun juga kulit umbi singkong. Beberapa produk yang sudah dibuat dari singkong antara lain:

1. Tape

Tape singkong adalah jenis pangan fermentasi traditional Indonesia. Kualitasnya ditentukan oleh mikroba. Proses pembuatan tape singkong meliputi: pengupasan, pencucian, pengukusan hingga singkong menjadi matang, kemudian dicampur dengan starter yang umum disebut sebagai "ragi tape", dan selanjutnya diinkubasi pada suhu ruang selama ± 72 jam pada kondisi semi anaerob. Setelah proses inkubasi, tape singkong telah dapat dikonsumsi. Jenis khamir yang dominan pada tape singkong adalah *P. jadinidan* *S. cereviceae*. Bakteri yang dominan adalah *B. subtilis*, *L. plantarum*, dan *P. fragi*. Cita rasa tape singkong yang paling disenangi adalah yang melibatkan *S. cereviceae* + *B. subtilis* karena memiliki rasa manis, tekstur lembut dengan sedikit berair, dan aroma alkohol tidak terlalu menyolok. Interaksi antara khamir dan bakteri menentukan kualitas tape singkong (Barus, 2011). Kadar alkohol yang dihasilkan pada pembuatan tape singkong dipengaruhi oleh lama fermentasi (Hasnah, 2012). Menurut penelitian yang dilakukan oleh Dirayati (2017) jenis singkong dan jenis ragi berpengaruh tidak nyata terhadap kadar etanol tape yang dihasilkan. Tape singkong bisa dibuat dari kulit ataupun daging singkong (Putri, 2012). Selain bisa langsung dimakan, tape singkong bisa dijadikan bahan untuk membuat mousse, yang merupakan salah satu jenis produk dari patisserie (Gusnadi, 2021).

2. Keripik

Keripik singkong adalah makanan yang dibuat dengan cara mengiris singkong tipis-tipis kemudian digoreng. Keripik singkong ada yang hanya diberi garam sebagai penyedap rasa dan ada juga yang dibumbui dengan berbagai macam bumbu, seperti cabe merah, cabe hijau, ditambah aroma durian dan lain sebagainya.

Proses pengirisan singkong bisa dilakukan menggunakan pisau atau bisa juga menggunakan mesin pengiris (Suriadi, 2016).

3. Tepung

Tepung singkong dikenal juga dengan nama tepung tapioka. Tepung singkong dapat digunakan sebagai substitusi tepung terigu pada pembuatan roti, namun roti yang dihasilkan tidak sebaik roti yang dibuat menggunakan tepung terigu karena kadar gluten singkong yang rendah menyebabkan adonan tidak dapat menahan gas CO_2 yang terbentuk selama fermentasi sehingga roti tidak mengembang (Arlene, 2009).

4. Dendeng

Dendeng bisa dibuat dari limbah kulit singkong yang diperoleh dari sisa pengolahan pada produksi keripik singkong. Kulit singkong yang dapat dijadikan dendeng adalah kulit singkong jenis roti. Dendeng kulit singkong dibuat dengan cara direbus, direndam dengan air, dijemur, lalu digoreng (Sari, 2018).

5. Wine

Wine merupakan minuman yang berasal dari daerah Mesopotamia yang kemudian menyebar ke berbagai negara di dunia, tidak terkecuali di Indonesia. Wine dibuat melalui fermentasi gula yang ada di dalam buah anggur yang kemudian akan dirubah menjadi alkohol. Salah satu bahan yang memiliki atau dapat menghasilkan gula adalah singkong. Sebelum dibuat wine singkong terlebih dahulu dijadikan pasta untuk memudahkan proses hidrolisis. Pada pembuatan wine singkong, semakin tinggi konsentrasi pasta maka total gula medium fermentasi semakin tinggi dan kadar alkohol yang dihasilkan cenderung meningkat. Semakin lama waktu fermentasi total gula produk semakin berkurang dan kadar alkohol produk yang dihasilkan juga cenderung meningkat (Hawusiwa, 2016).

6. Tepung Singkong Termodifikasi (Mocaf)

Modifikasi tepung singkong secara modern saat ini menggunakan teknologi yang mencakup modifikasi secara fisik, kimia atau mikrobiologi. Mocaf (Modified Cassava Flour) merupakan salah satu modifikasi tepung singkong menggunakan teknik fermentasi. Proses modifikasi tepung singkong bertujuan untuk merubah karakteristik tepung yang dihasilkan. Perubahan karakteristik

mocaf hasil modifikasi tepung singkong tersebut mendorong pemanfaatannya menjadi semakin luas/variatif. Tahap pembuatan tepung mocaf yaitu: penyiapan bahan baku singkong, pemotongan/pengirisan singkong menjadi bentuk chips dengan ketebalan berkisar 0,5-1 cm, proses fermentasi, penirisan dan pengeringan, dan penggilingan/penepungan. Proses fermentasi merupakan proses penting dalam pembuatan mocaf, fermentasi melibatkan mikrobia baik dari jenis bakteri maupun fungi. Salah satu bakteri yang banyak digunakan yaitu bakteri asam laktat (BAL) spesies *Lactobacillus plantarum*. Proses fermentasi menghasilkan peningkatan kadar protein pada tepung mocaf sehingga dapat digunakan sebagai bahan substitusi tepung terigu dalam pembuatan roti basah, mie, cookies, dan produk pangan lainnya (Asmoro, 2021). Teknik memodifikasi tepung singkong secara fermentasi dengan bakteri asam laktat dari ekstrak kubis selama 48 jam merupakan lama fermentasi terbaik untuk meningkatkan sifat fisik dan kimia tepung singkong termodifikasi (Edam, 2017).

5.5 Pemanfaatan Singkong untuk Bahan Non Pangan

Singkong selain dimanfaatkan sebagai bahan pangan juga banyak digunakan untuk membuat bahan non pangan. Beberapa produk yang dihasilkan dari pengolahan singkong antara lain:

1. Bioetanol

Bioetanol ialah senyawa alkohol yang diperoleh lewat proses fermentasi dengan mikroorganisme. Bioetanol dapat dibuat dengan memanfaatkan kulit singkong yang difermentasi dengan *Saccharomyces cerevisiae*. Kadar bioethanol yang dapat dihasilkan adalah sebesar 1,637 % (Artiyani, 2011).

2. Bahan Baku Karbon Aktif

Kulit singkong yang merupakan salah satu limbah padat dari pembuatan berbagai produk mengandung unsur karbon yang cukup tinggi sebesar 59,31%, sehingga dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan karbon aktif. Karbon aktif ini bisa dipakai sebagai absorben pada pemurnian air sumur. Karbon aktif mempunyai daya

absorbsi yang tinggi terhadap zat warna dan bau. (Maulinda, 2015 dan Laos, 2016)

3. **Edible Film**

Edible film merupakan pengemas makanan yang terbuat dari bahan ramah lingkungan. Bahan yang banyak digunakan untuk membuat edible film adalah jenis umbi-umbian yang mengandung pati, salah satunya dari singkong. Edible film yang dibuat dari pati dikenal dengan edible film hidrokoloid. Kelebihan edible film hidrokoloid ini adalah dapat melindungi produk pangan dengan baik dari oksigen dan karbondioksida serta memiliki sifat mekanis yang baik (Saleh, 2017).

4. **Bioplastik**

Bioplastik merupakan plastik yang dapat terurai oleh aktivitas mikroorganisme menjadi hasil akhir berupa air dan gas karbondioksida. Bioplastik biasanya dibuat dari bahan yang mengandung pati, salah satunya dari kulit umbi singkong (Suryati, 2016).

DAFTAR PUSTAKA

- Arlene, A, Witono, J.R. dan Fransisca, M. 2009. Simposium Nasional RAPI VIII, K80-K84.
- Asmoro, N. W. 2021. Karakteristik dan Sifat Singkong Termodifikasi (Mocaf) dan Manfaatnya pada Produk Pangan. Review. *Jurnal of Food and Agricultural Product*, 1 (1): 34-43.
- Barus, T. dan Wijaya, L. N. 2011. Mikrobiota Dominan dan Perannya dalam Cita Rasa Tape Singkong. *Biota*, 16 (2): 354-361.
- Dirayati, Gani, A, Erlindawati. 2017. Pengaruh Jenis Singkong dan Ragi terhadap Kadar Etanol Tape Singkong. *Jurnal IPA dan Pembelajaran IPA (JIP)*, 1 (1): 26-33.
- Edam, M. 2017. Aplikasi Bakteri Asam Laktat untuk Memodifikasi Tepung Singkong secara Fermentasi. *Jurnal Penelitian Teknologi Industri*, 9 (1): 1-8.
- Gusnadi, D, Taufiq, R dan Baharta, E 2021. Uji Organoleptik dan Daya Terima pada Produk Mousse Berbasis Tapai Singkong sebagai Komoditi UMKM di Kabupaten Bandung. *Jurnal Inovasi Pendidikan*, 1 (12): 2883-2887.
- Hasanah, H, Jannah, A dan Fasya, A.G. 2012. Pengaruh Lama Fermentasi terhadap Kadar Alkohol Tape Singkong (*Manihot utilisima* Pohl). *Alchemy*, 2 (1): 68-79.
- Hawusiwa, E. S., Wardani, A. K dan Ningtyas, D. W. 2015. Pengaruh Konsentrasi Pasta Singkong (*Manihot esculenta*) dan Lama Fermentasi pada Proses Pembuatan Minuman Wine Singkong. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 3 (1): 147-155.
- Ifeabunike, O. B., Nwaedozie, J.M., and Aghanwa, C. I. 2017. Proximate Analysis, Hydrogen Cyanide and Some Essential Mineral Content of Sweet Cassava Variety (*Manihot utilisima*) and Bitter Cassava Variety (*Manihot palmata*) Cultivated in Kachia Local Government Area of Kanduna State, Nigeria. *International Journal of Biochemistry Research & Review*, 19 (1): 1-12.
- Laos, L E, Selan, A. 2016. Pemanfaatan Kulit Singkong sebagai Bahan Baku Karbon Aktif. *Jurnal Ilmu Pendidikan Fisika*, 1 (1): 32-36.
- Maulinda, L, Nasrul Z. A, Sari, D. N. 2015. Pemanfaatan Kulit Singkong

- sebagai Bahan Baku Karbon Aktif. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 4 (2): 11-19.
- Putri, S. W. A, Hersoelistyorini, W, Suyanto, A. 2012. Kajian Kadar Protein, Serat, HCN, dan Sifat Organoleptik Prol Tape Singkong dengan Substitusi Tape Kulit Singkong. *Jurnal Pangan dan Gizi*, 03 (06): 17-27.
- Saleh, F. H. M, Nugroho, A. Y. dan Juliantama, M. R. 2017. Pembuatan Edible Film dari Pati Singkong sebagai Pengemas Makanan. *Teknom*, 23 (1): 43-48.
- Sari, F. D. N. dan Astili, R. 2018. Kandungan Asam Sianida Dendeng dari Limbah Kulit Singkong. *Jurnal Dunia Gizi*, 1 (1): 20-29.
- Suriadi, IG. A. K, Subagia, ID. G. A, dan Atmika, IK. A. 2016. Penerapan Mesin Pengiris Singkong pada Industri Kecil Keripik Singkong. *Jurnal Udayana Mengabdi*, 15 (2): 118-124.
- Suryati, Meriatna dan Marlina. Optimasi Proses Pembuatan Bioplastik dari Pati Limbah Kulit Singkong. *Jurnal Teknologi Kimia*, 5 (1): 78-91.
- U.S. Department of Agriculture. FoodData Central. Cassava, raw. <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/169985/nutrients>. Diakses tanggal 1 Agustus 2024.

BAB 6

UBI JALAR

Oleh Chatarina Lilis Suryani

6.1 Pendahuluan

Ubi jalar (*Ipomoea batatas* Lam) merupakan tumbuhan tahunan dari famili *Convolvulaceae* (kangkung-kangkungan). Di Indonesia ubi jalar dikenal dalam berbagai nama, di antaranya tela rambat (Jawa), mantang (Banjar), dan hui (Sunda). Tanaman ubi jalar pertama kali ditemukan di Benua Amerika di antara Semenanjung Yucatan di Mexiko dan Sungai Orinoco di Venezuela. Ubi jalar mulai menyebar ke seluruh dunia, terutama ke negara-negara beriklim tropis mulai abad ke-16. Penyebaran ubi jalar pertama kali terjadi ke Spanyol melalui Tahiti, kepulauan Guam, Fiji, dan Selandia Baru. Kemudian orang-orang Spanyol menyebarluaskan ubijalar ke Kawasan Asia, terutama Filipina, Jepang, dan Indonesia (Harnowo & Utomo, 2020).

Produksi ubi jalar secara global didominasi oleh Asia dan Kepulauan Pasifik (~75%), dengan Tiongkok menghasilkan sekitar 67% dari total produksi. Afrika menyumbang 20% dari produksi, diikuti oleh Amerika Utara, Tengah, dan Selatan (~3,6%). Meskipun dianggap sebagai tanaman kecil di Amerika Serikat, konsumsi ubi jalar per kapita meningkat sebesar 78% antara tahun 2000 dan 2015, sebagian besar disebabkan oleh perubahan kesadaran akan makanan yang bermanfaat bagi kesehatan. Di dalam Amerika Serikat, produksi terkonsentrasi di empat negara bagian yaitu North Carolina, Mississippi, Louisiana, dan California. North Carolina menghasilkan lebih dari 60% dari semua ubi jalar yang ditanam antara tahun 2019 dan 2021 (Xiong & Kaluwasha, 2022). Organisasi Pangan dan Pertanian Dunia (FAO) memperkirakan bahwa populasi dunia pada tahun 2050 akan mencapai 9,7 miliar jiwa, dan membutuhkan sekitar 1,7 kali lebih banyak makanan daripada hari ini. Dalam hal ini, ubi jalar akan menjadi solusi untuk mengatasi masalah pangan, energi, kesehatan, dan lingkungan yang dihadapi dunia di abad ke-2 (Soo et al., 2018).



Gambar 6.1. Penyebaran produksi ubi jalar per pulau (Sumber: Anonim, 2023)

Di Indonesia, secara umum varietas ubi jalar yang dikenal Masyarakat digolongkan menurut warna umbinya. Puslitbang (2009) menyatakan bahwa varietas ubi jalar yang ditanam di Indonesia terdiri dari 22 Jenis varietas yang meliputi 12 varietas berumbi kuning (variasi kuning muda hingga kuning tua), 6 varietas berumbi merah atau jingga, dan 3 varietas berumbi putih. Sentra produksi ubi jalar terbesar di Indonesia adalah wilayah Papua dan Jawa Barat (Aini et al., 2017). Data Direktorat Jenderal Tanaman Pangan menunjukkan bahwa luas panen ubi jalar pada 2023 yaitu sebesar 67,48 ribu hektar, mengalami penurunan sebesar 2.496 hektar atau 3,57 persen dibandingkan luas panen ubi jalar di 2022 sebesar 69,97 ribu hektar. Produksi ubi jalar pada 2023 mencapai 1,43 juta ton, mengalami penurunan sebesar 80.70 ribu ton atau 5,34 persen dibandingkan produksi ubi jalar di 2022 sebesar 1,51 juta ton (Anonim, 2023). Sebaran produksi ubi jalar di Indonesia disajikan pada Gambar 6.1. Jika ditinjau dari tingkat produksi ubi jalar dunia tersebut, produksi ubi jalar Indonesia relatif besar (urutan ke-13 dunia) sedangkan produksen ubi jalar terbesar adalah negara Tiongkok (46.604.010 ton) yang merupakan produsen ubi jalar terbesar di dunia (FAO, 2022). Namun hingga saat ini komoditi ubi jalar belum diperhitungkan

sebagai komoditi andalan, hal ini karena produk olahan dan hilirisasinya yang masih sangat terbatas sehingga nilai ekonomisnya masih rendah. Oleh karena itu terbuka sangat luas kemungkinan pengembangan produk hilirisasi ubi jalar.

Secara ekonomi di negara Tiongkok, ubi jalar memegang peranan penting sebagai bahan baku berbagai industri terutama pada industri pengolahan pati dan tepung ubi jalar, pakan ternak, dan sumber energi baru. Ubi jalar juga digunakan sebagai salah satu bahan makanan pokok karena dinilai sebagai bahan pangan paling sehat oleh WHO. Di negara Tiongkok tanaman ubi jalar digunakan sebagai tanaman untuk pengentasan kemiskinan, karena tanaman ubi jalar memiliki ketahanan yang kuat dan toleransi terhadap kekeringan, tanaman ini dapat ditanam tidak hanya di daerah perbukitan dan lahan pasir dengan hasil yang baik. Sejak awal 1980-an, telah berkembang perusahaan-perusahaan desa dan percepatan pembangunan industri dan pertanian modern, dan industri pati ubi jalar di Tiongkok. Pengolahan ubi jalar telah beralih dari pengolahan skala kecil di industri rumah tangga tradisional menjadi pabrik pengolahan pati ubi jalar berskala besar dan menengah. Secara bertahap, muncul perusahaan pengolahan makanan ringan yang menggunakan pati ubi jalar sebagai bahan baku. Setelah tahun 2000, perusahaan pengolahan pati ubi jalar memasuki tahap perkembangan pesat dan mencapai tahap transformasi serta peningkatan pada tahun 2010 (Garcia, 2018). Proses industrialisasi industri pati ubi jalar di Tiongkok semakin cepat, dan industri ubi jalar memainkan peran penting dalam meningkatkan pendapatan petani dan efisiensi pertanian. Perkembangan pesat ekonomi sosial dan kemajuan ilmu dan teknologi telah mengubah metode pengolahan, manajemen, struktur konsumsi, dan struktur pasar industri pati ubi jalar di Tiongkok. Industri ubi jalar Tiongkok, baik dalam hal budidaya ubi jalar maupun pengolahan pati, semakin terkonsentrasi, dan industri ini telah menjadi industri pilar penting di pedesaan. Industri pengolahan ubi jalar juga telah meninggalkan metode pengolahan tradisional yang ketinggalan zaman, polusi, dan konsumsi energi yang tidak efisien, serta bergerak menuju pengolahan produk pertanian modern yang efisien, intensif, dan ekologis.

Pati ubi jalar memiliki karakteristik viskositas tinggi, sehingga menjadi bahan baku ideal untuk soun, dan mi. Makanan yang dibuat dari pati ini memiliki transparansi dan rasa yang disukai oleh masyarakat di Tiongkok, bahkan hingga Asia Tenggara dan seluruh dunia. Permintaan pasar domestik dan internasional sangat besar. Di masa depan, permintaan pasar untuk pati ubi jalar di Tiongkok diperkirakan akan meningkat lebih dari 10%, menjadikannya pasar yang sangat potensial. Produk olahan ubi jalar meliputi 1). pati ubi jalar dan turunannya: soHun, bubuk kulit ubi jalar, pati, bahan pengisi farmasi, dan pati termodifikasi, 2). produk kesehatan: protein, serat makanan, antosianin, karoten, 3). tepung utuh: tepung ubi jalar oranye dan tepung ubi ungu serta produk olahannya, 4). makanan instan: mi (Ho fan) keripik ubi jalar, puree ubi jalar, ubi panggang, ubi rebus, minuman, dan 5). etanol: untuk konsumsi maupun bahan bakar (Anonim, 2019)

6.2 Morfologi dan Komposisi Kimia

Ubi jalar (*Ipomoea batatas* Lam) merupakan tumbuhan dari famili Convolvulaceae (kangkung-kangkungan). Dalam budidaya pertanian, ubi jalar tergolong tanaman palawija. Tanaman ini menyimpan Cadangan makanannya pada umbi di dalam tanah. Umbi itulah yang menjadi produk utamanya. Tanaman ubi jalar dalam taksonomi tumbuhan termasuk dalam:

Divisio : Spermatophyta

Sub-diidivisio : Angiospermae

Kelas : Dicotyledoneae

Bangsa : Tubiflorae

Famili : Convolvulaceae

Genus : *Ipomoea*

Spesies : *Ipomoea batatas* (L) Lamb.

Secara morfologi, ubi jalar termasuk tanaman umbi-umbian dan tergolong tanaman semusim dengan susunan utama terdiri dari batang, umbi, daun, dan bunga. Tanaman ubi jalar tumbuh menjalar pada permukaan tanah dengan panjang tanaman dapat mencapai 3 m, tergantung pada kultivarnya. Bentuk batang bulat, tidak berkayu, tidak

berbuku-buku dan tumbuh tegak atau merambat. Bentuk daun bulat sampai lonjong, tepi daun tepi rata atau berlekuk dangkal sampai berlekuk dalam, dan bagian ujungnya meruncing. Masing-masing varietas memiliki tekstur, warna kulit, ukuran umbi, dan warna daging yang bervariasi. Warna umbi ubi jalar adalah kuning, oranye, putih, jingga, dan ungu (Gambar 6.2). Hasil penelitian Malian dkk. (1992) di Pulau Jawa menunjukkan bahwa preferensi konsumen terhadap ubi jalar ditentukan oleh warna kulit, warna umbi, dan tingkat kemanisan.

Tabel 6.1. Kandungan gizi ubijalar segar berdasarkan warna daging umbi

Kandungan Gizi	Ubi jalar putih	Ubi jalar kuning	Ubi jalar ungu
Pati (%)	28,79	24,47	22,64
Gula reduksi (%)	0,32	0,11	0,30
Lemak (%)	0,77	0,68	0,94
Protein (%)	0,89	0,49	0,77
Air (%)	62,24	68,78	70,46
Abu (%)	0,93	0,99	0,84
Serat (%)	2,79	2,79	3,00
Vitamin C (mg/100 g)	28,68	25,00	21,43
Vitamin A (SI)	60,00	9.000,00	-
Antosianin (mg/100 g)	-	-	110,51

Sumber: Ginting et al. (2014).



Gambar 6.2. Tanaman ubi jalar dan umbi ubi jalar pada berbagai warna kulit dan umbi

Ubi jalar yang banyak dipilih oleh konsumen adalah yang memiliki kulit dan umbi berwarna putih, serta rasa manis. Namun seiring dengan kesadaran masyarakat akan pentingnya pangan fungsional, saat ini masyarakat juga mulai mempertimbangkan konsumsi ubi jalar ungu yang kaya akan antosianin. Komposisi kimia ubi jalar disajikan pada Tabel 6.1. Berdasarkan data pada Tabel 1 dapat diketahui bahwa ubi jalar dengan warna umbi putih lebih potensial sebagai sumber pati dan ubi jalar kuning potensial sebagai sumber

vitamin A walaupun masih dibawah wortel (12.000 SI). Sedangkan ubi jalar ungu potensial sebagai sumber antosianin (Husna et al., 2013).

6.3 Sifat Fisikokimia Pati Ubi Jalar

Pati ubi jalar memainkan peran penting dalam industri makanan, kimia, dan farmasi. Bahan baku dapat menghasilkan pati alami dan pati modifikasi melalui proses pengolahan utama. Setelah melalui proses pengolahan lanjutan dari pati alami dan pati modifikasi, berbagai produk hilir dapat dihasilkan, seperti glukosa, maltogenik amilase, pemanis sintetis, asam sitrat, sorbitol, vitamin C, dan lain-lain. Dalam industri makanan, pati ubi jalar tidak hanya digunakan sebagai bahan olahan, seperti digunakan sebagai bahan pembuatan mi, jeli, dan produk konsumsi lainnya, tetapi juga sebagai aditif makanan seperti pengental, penstabil, atau humektan, mengontrol aliran air, dan menjaga kualitas selama penyimpanan makanan. Di antara banyak produk pertanian yang diolah, pati memiliki beragam aplikasi terluas. Pati dan produk-produknya tidak hanya digunakan untuk sup, daging, perasa, roti, dan minuman, tetapi juga dapat digunakan untuk produksi tekstil, kertas, bahan bakar, perekat, plastik, dan cat. Struktur, komposisi, dan karakteristik pati adalah indikator penting yang menentukan aplikasinya. Secara umum pati adalah sejenis polisakarida dengan berat molekul tinggi yang terdiri dari satu jenis unit gula.

Sifat fisikokimia pati ditentukan oleh sifat patinya terutama kadar amilosanya. Struktur dasar pati adalah D-glukosa, dan molekul pati membentuk polimer kovalen melalui ikatan glikosida. Struktur pati ubi jalar terutama terdiri dari dua jenis polimer, yaitu amilosa dan amilopektin, yang juga ditemukan dalam pati dari spesies tanaman lainnya. Bahan kering ubi jalar sebagian besar terdiri dari amilosa dan amilopektin dengan nilai berkisar antara 13,33% hingga 26,83% untuk amilosa, dan antara 73,17% hingga 86,67% untuk amilopektin (Mu & Singh, 2019). Berdasarkan data tersebut maka pati ubi jalar termasuk dalam golongan pati berkadar amilosa medium dan sebagian pada golongan berkadar amilosa tinggi. Menurut Juliano (1992) kadar amilosa digolongkan menjadi 5 golongan yaitu waxy (ketan) 0-5%, sangat rendah 5-12%, rendah 12-20%, medium 20-25%, dan tinggi 25-33%.

Morfologi dan ukuran granula pati alami terutama ditentukan oleh asal pati tersebut, dan perbedaan sifat ini dapat ditentukan dengan mikroskop optik atau elektron. Bentuk granula pati ubi jalar adalah poligonal atau melingkar, sebagian oval, dan berbentuk lonceng. Distribusi ukuran partikel berkisar dari 3,4 hingga 27,5 μm , dan ukuran partikel rata-rata berada di antara 8,4 dan 15,6 μm . Pati ubi jalar yang berbeda varietas memiliki ukuran partikel yang berbeda, dan ukuran partikel untuk jenis pati ubi jalar yang sama juga dapat meningkat secara bertahap dengan pertumbuhan dan pematangan ubi jalar. Demikian pula kesuburan tanah, serta masa penanaman dan lama pemanenan ubi jalar juga sedikit berpengaruh terhadap ukuran partikel. Ukuran granula pati akan mempengaruhi daya penggelembungan, kelarutan, dan daya cerna pati ubi jalar. Semakin besar ukuran granula pati, daya penggelembungan granula pati dan kelarutan lebih besar, tetapi daya cerna menurun secara signifikan. Kandungan amilosa pada ubi jalar dipengaruhi oleh varietas dan metode pengolahan. Perlakuan panas sedikit meningkatkan kandungan amilosa ubi jalar, sedangkan perlakuan α -amilase secara signifikan mengurangi kandungan amilosa, amilosa rentan terhadap serangan enzimatik dan kemudian terdegradasi. Kandungan amilosa pada varietas ubi jalar yang sama yang ditanam di daerah berbeda tidak berubah secara signifikan, dan waktu penanaman serta panen ubi jalar, serta status pemupukan, juga tidak memiliki efek signifikan pada kandungan amilosa ubi jalar. Kadar amilosa mempengaruhi laju retrogradasi, suhu gelatinisasi, dan sifat pengembangan pati ubi jalar. Umumnya, semakin tinggi kandungan amilosa, semakin cepat laju retrogradasi, semakin tinggi suhu gelatinisasi, dan semakin rendah daya penggelembungan granula pati ubi jalar. Komposisi kimia pati ubi jalar antara lain terdiri dari amilosa (15,3-28,8%, air 8,0-11,8%, protein 0,1-0,23%, lemak 0,14-0,21%, abu 0,1-0,5%, dan fosfat 0,014-0,022%). Komponen-komponen selain pati, dalam jumlah kecil relatif tidak berpengaruh terhadap sifat fisikokimia pati ubi jalar. Biasanya keberadaan lemak yang relatif besar akan menghambat penggelembungan pati, keberadaan fosfor juga menurunkan suhu gelatinisasi tepung ubi jalar, mempercepat hidrasi dan pembengkakan, serta meningkatkan transparansi. Oleh karena

itu, tepung ubi jalar dengan kandungan fosforus tinggi cocok untuk produksi bahan (Mu et al., 2017).

Kelarutan pati ubi jalar berkisar antara 1,5% hingga 13,65%. Kelarutan yang lebih rendah dari pati ubi jalar disebabkan oleh ukuran granula pati yang lebih kecil, kemampuan ikatan internal yang lebih kuat, dan jumlah gugus fosfat pada glukosa yang lebih sedikit. Pati dari berbagai varietas ubi jalar menunjukkan tingkat kelarutan yang berbeda. Kelarutan pati meningkat dengan kenaikan suhu, dan kelarutan tertinggi mencapai 13,65% pada suhu di atas 85°C (Moorthy, 2010).

6.4 Sifat Gelatinisasi Pati Ubi Jalar

Gelatinisasi pati merupakan peristiwa pembentukan gel yang dimulai dengan hidrasi pati pada air dingin mencapai 25-30%, dengan pemanasan hingga suhu 65°C granula menggelembung dengan cepat dan menyerap air dalam jumlah banyak sehingga kenampakan granula pati telah berubah dan molekul pati mulai larut. Jika pemanasan dilanjutkan maka granula pati akan pecah sehingga molekul pati akan keluar dan akan membentuk gel atau pasta melalui ikatan antar molekul. Penggelembungan granula pati dan proses pembentukan pasta tersebut dapat diamati secara kontinu dengan alat Brabender Viscoamylograph atau Rapid Visco analyzer (RVA). Berdasarkan hasil analisis viskositas secara kontinu akan diketahui beberapa parameter yaitu suhu gelatinisasi (PT), viskositas puncak (PV), viskositas minimum pada suhu 95°C (HPV) dan viskositas akhir pada suhu 50°C (FV). Berdasarkan data tersebut dapat dihitung total retrogradasi atau *setback* (FV-HPV) dan *breakdown*=PV-HPV. Hasil penelitian Suryani (2007) dengan menggunakan Brabender viscoamylograph (konsentrasi pati 10% b/b) menunjukkan bahwa pati ubi jalar mempunyai suhu gelatinisasi 72,56°C, viskositas puncak 797 BU, viskositas pada suhu 95°C setelah ditahan selama 1 jam 435 BU dan viskositas pada akhir suhu 50°C 890 BU, *breakdown* 362 BU, dan *setback* 93 BU. Sedangkan hasil penelitian Marta & Tensiska (2017) menggunakan RVA (konsentrasi pati 12% b/b) menunjukkan bahwa pati ubi jalar mempunyai suhu gelatinisasi 75,23°C, viskositas puncak 2180,41 cP, HPP 1643,76 cP, BD 536,65 cP dan FV 2010 BU dengan *setback* 366,35 cP. Rentang parameter viskositas dari pati ubi jalar

pada konsentrasi 10% b/b adalah viskositas puncak dari 143 hingga 469 Unit Rapid Visco analyzer (RVU), viskositas terendah dari 91 hingga 214 RVU, *breakdown* dari 29,4 hingga 255 RVU, viskositas final dari 82,9 hingga 284 RVU, dan setback dari 15 hingga 78 RVU(Mu et al., 2017). Perbedaan sifat viskositas dari pati ubi jalar sangat dipengaruhi oleh varietas ubi jalar, kandungan pati, kadar amilosa, konsentrasi pati saat pengukuran, dan interaksi antara komponen-komponen yang berbeda. Berdasarkan klasifikasi Schoch & Maywald (1968) maka kurva viskositas pati ubi jalar termasuk dalam tipe kurva A yaitu tipe penggelembungan granula pati tinggi.

Besaran *breakdown* viskositas pati adalah parameter penting stabilitas pasta yang menunjukkan kemampuan pasta untuk menahan gesekan mekanik selama pemanasan. Semakin kecil *breakdown*, semakin tinggi resistensinya terhadap gesekan. Semakin tinggi proporsi rantai panjang dalam amilopektin, semakin tinggi pula stabilitasnya. Hal ini terutama karena rantai panjang amilopektin dapat saling membentuk struktur jaringan tiga dimensi yang terjalin dengan molekul amilopektin lainnya, mengurangi kecenderungan terdesentralisasi, sehingga viskositas pati tetap terjaga. Sedangkan total retrogradasi merupakan indeks yang mengukur laju retrogradasi pati. Laju retrogradasi dipengaruhi oleh kadar amilosa dan sifat-sifat amilopektin dari pati ubi jalar. Pati ideal yang banyak digunakan dalam makanan adalah pati yang memiliki karakteristik stabilitas pasta yang tinggi, membentuk struktur yang halus pada konsentrasi rendah, tetap lunak dan mudah mengalir pada suhu rendah, serta tahan terhadap gesekan pada suhu tinggi.

6.5 Teknologi Pengolahan Ubi Jalar

6.5.1 Tepung Ubi Jalar

Proses pembuatan tepung ubi jalar menurut Korese et al. (2021) adalah ubi jalar dikuliti, dicuci bersih kemudian dipotong ketebalan 3 mm dan direndam dalam larutan sodium metabisulfite 5 g/L selama 5 menit. Setelah itu dikeringkan dalam pengering cabinet pada suhu 40°C selama 24 jam, digiling dan diayak dengan ayakan 250 mikron agar diperoleh tepung dengan ukuran seragam. Tepung ubi

jalar digunakan sebagai bahan bakery, bihun, dan bahan pengisi obat-obatan.

6.5.2 Pati Ubi Jalar

Ekstraksi pati menurut metode Suryani (2006) adalah sebagai berikut pengulitan ubi jalar, pencucian, pemanasan, perendaman dalam larutan NaHSO_3 300 ppm (1:3 b/v), penyaringan, pengendapan pati, dan pencucian endapan pati sampai pati bersih sebanyak tiga kali. Kemudian endapan pati basah dikeringkan dengan pengering kabinet selama delapan jam pada suhu 50°C. Pati kering sebelum digunakan dihaluskan dan diayak dengan ayakan 60 mesh. Dalam industri besar, proses pengendapan pati dilakukan dengan teknologi sentrifugasi yang telah berkembang pesat dalam beberapa tahun terakhir. Metode sentrifugasi berkecepatan tinggi dapat memisahkan pati secara cepat.

6.5.3 Mi

Bihun dari tepung ubi jalar atau mi dari pati ubi jalar (sohun) telah diproduksi ribuan tahun yang lalu dan merupakan makanan tradisional yang umumnya disukai di Tiongkok dan sebagian besar negara dan wilayah Asia. Chen et al. (2002) mempelajari sifat fisiko-kimia tepung dari tiga varietas ubi jalar yang ditemukan di Tiongkok dan kualitas mi yang dihasilkannya, serta menemukan bahwa tepung ubi jalar tidak hanya cocok untuk menghasilkan mi soun, tetapi juga bahwa kualitas sensori mi soun yang dibuat dengan tepung "SuShu8" lebih baik daripada yang dihasilkan oleh tepung kacang hijau. Cara pembuatan mi dari pati ubi jalar adalah sebagian pati (5%) di-pragelatinisasi dalam air (1:9 b/v) kemudian dicampur dengan 95% pati yang tersisa. Campuran tersebut diuleni dengan air hingga mencapai adonan tercampur merata dan kalis pada suhu 40°C. Adonan yang homogen, dengan kadar air sebesar 55%, diekstrusi menggunakan ekstruder silinder skala laboratorium buatan sendiri (kapasitas adonan 100 hingga 500 g). Adonan diekstrusi melalui lubang (diameter 1,5 cm) pada silinder baja tahan karat menggunakan gaya gravitasi, dengan bantuan piston baja tahan karat berbobot 2,25 kg, langsung ke dalam air panas (95 hingga 98°C), dan dipanaskan selama 50 hingga 70 detik pada suhu ini sebelum dipindahkan ke dalam air dingin. Mie

yang telah didinginkan terlebih dahulu pada suhu 4°C selama 6 jam, kemudian dibekukan pada suhu -5°C selama 8 jam, dan kemudian dikeringkan dengan udara. Mie kering tersebut didiamkan pada suhu ruangan selama 4 jam dan kemudian dikemas dalam kantong polietilen dan disimpan.

6.6 Modifikasi Pati Ubi Jalar

6.6.1 Modifikasi Kimia dengan Ikatan Silang dan Asetilasi

Modifikasi kimia adalah metode modifikasi pati yang paling sering digunakan, seperti eterifikasi, esterifikasi, oksidasi, hidrolisis, dan pengikatan silang. Modifikasi kimia menggabungkan gugus fungsional (karboksilat, ester, eter, dan amino) ke dalam molekul pati akan meningkatkan sifat fisikokimia molekul pati tanpa mengubah bentuk atau ukuran molekul tersebut. Unit glukosa dalam amilosa dan amilopektin memiliki tiga gugus hidroksil reaktif yang menjadi situs utama untuk modifikasi kimia pada pati. Modifikasi kimia mengubah perilaku fisik pati, termasuk retrogradasi dan gelatinisasi yang berfungsi untuk menstabilkan ikatan intermolekular dan intramolekular pada granula pati. Dalam industri makanan, pati silang (*cross-linked starch*) digunakan untuk menstabilkan struktur granular yang dapat membatasi dan memiliki efek yang menguntungkan secara nutrisi. Modifikasi pati asli dengan berbagai pereaksi silang seperti fosforus oksiklorida (POCl_3), epiklorohidrin (EPI), natrium tripolifosfat (STPP), dan natrium trimetafosfat (STMP) merupakan hasil dari penggantian gugus OH dengan berbagai gugus fungsional, termasuk gugus eter, gugus ester, atau gugus fosfat (Suryani & Slamet, 2010; Subroto et al., 2020).

Pati asetilasi diproduksi menggunakan anhidrida asetat dan katalis alkali seperti natrium hidroksida. Sebagian dari gugus hidroksil pada molekul glukosa biasanya digantikan oleh gugus asetil yang menghasilkan struktur molekul pati yang dimodifikasi. Asetilasi pati merupakan pengganti penting untuk pati yang memberikan kekentalan yang diperlukan dalam aplikasi makanan. Asetilasi pati adalah ester pati granular dengan gugus CH_3CO yang memberikan pati dengan sifat fungsional yang lebih baik dibandingkan bentuk alaminya dengan meningkatkan stabilitas dan ketahanan terhadap retrogradasi.

Pati asetilasi dilaporkan memiliki peningkatan viskositas gel, kelarutan, faktor pembengkakan, kekerasan, kekompakan, daya rekat, dan kejernihan pasta (Bensaad et al., 2022).

Suryani & Slamet (2010) memodifikasi pati ubi jalar dengan ikatan silang menggunakan POCl_3 dan asetat anhidirid menghasilkan pati modifikasi ikatan silang dan pati asetil. Diketahui bahwa semakin tinggi konsentrasi asetat anhidirid (1,5–2,5%) akan menurunkan tingkat kejernihan pasta, meningkatkan kelarutan pati, menurunkan penggelembungan granula pati dan menurunkan kapasitas penyerapan airnya. Demikian pula pengikatan silang pati ubi jalar dengan reagen POCl_3 pada derajat substitusi 0,0029 akan menurunkan tingkat kerjernihan pasta, tingkat penggelembungan granula, dan tingkat kelarutan pati jika dibandingkan dengan pati ubi jalar asli. Lebih lanjut diketahui bahwa pencampuran pati ubi jalar berikatan silang dengan pati ubi jalar asetil 20% (dibuat dengan konsentrasi asetat anhidirid 1,5%) dapat menghasilkan sohun yang mempunyai susut masak, tingkat kekenyalan, dan kuat tarik yang terbaik.

6.6.2 Modifikasi Fisik dengan *Heat Moisture Treatment*

Selain modifikasi secara kimia pati juga dapat dimodifikasi dengan cara fisik, salah satunya adalah modifikasi dengan heat moisture treatment (HMT). Collado et al. (2001) menyatakan bahwa perlakuan pemanasan pati ubi jalar pada kadar air rendah (HMT) akan meningkatkan jumlah ikatan antar amilosa sehingga dapat memperkokoh tekstur bahan yang dihasilkan. Makin tinggi derajat HMT, makin tinggi kadar amilosa pati. Amilosa baru terbentuk dari cabang linier terluar amilopektin yang terdegradasi oleh perlakuan tersebut sehingga HMT dapat meningkatkan retrogradasi gel pati. Salah satu penggunaan pati hasil modifikasi HMT adalah sebagai bahan baku mi instan yang dikombinasi dengan pembentukan ikatan silang dengan sodium tripolifosfat (STPP). Hasil penelitian menunjukkan bahwa makin lama perlakuan HMT maka indeks pengembangan, tingkat kehilangan padatan dan susut masak total makin kecil, sedang tekstur dan deformasinya makin besar, namun sebaliknya pada lama perlakuan HMT lebih dari 20 menit elastisitasnya makin kecil. Makin besar penambahan STPP maka indeks pengembangan, tingkat kehilangan padatan dan susut masak

total makin kecil, sedang tekstur dan deformasinya makin besar, namun pada penambahan STPP lebih dari 0,75% deformasinya makin kecil. Mi instan yang terbaik adalah yang dibuat dengan lama perlakuan HMT 20 menit dan penambahan STPP sebanyak 0,75% (Suryani, 2006).

DAFTAR PUSTAKA

- Aini, Z. F., Marhento, G., Damayanti, F., Biologi, P., & Pgri, U. I. (2017). Keanekaragaman Morfologi Tanaman Ubi Jalar Pada Varietas Unggul Toleran Aluminium. Prosiding Seminar Nasional Jurusan Pendidikan Biologi Universitas Negeri Yogyakarta, 105–111.
- Anonim, 2019. Sweet potato starch industry in Tiongkok - its present situation and development trend, https://www.cassavastarchmachine.com/news/Industry_News/sweet_potato_starch_industry_in_Tiongkok_150.html
- Anonim. (2023). Laporan Tahun 2023 Direktorat Jenderal Tanaman Pangan. Direktorat Jenderal Tanaman Pangan, Kementeran RI.
- Bensaad, D. E., Saleh, M., Al-ismail, K. M., Lee, Y., & Korea, S. (2022). Chemical Modifications of Starch ; A Prospective for Sweet Potato Starch Chemical Modifications of Starch ; A Prospective for Sweet Potato Starch. December. <https://doi.org/10.35516/jjas.v18i4.802>
- Chen, Z., Sagis, L., Legger, A., Linssen, J. P. ., Schols, H. A., & Voragen, A. G. . (2002). Evaluation of Starch Noodles Made from Three Typical Chinese Sweet-potato Starches. *Journal of Food Science*, 67(9), 3342–3347.
- Collado, L. S., Mabesa, L. B., Oates, C. G., & Corke, D. H. (2001). Bihon-Type Noodles from Heat-Moisture-Treated Sweet Potato Starch. *Journal of Food Science*, 66(4), 604–609.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (2023) – with major processing by Our World in Data. “Sweet potato production – FAO” [dataset]. Food and Agriculture Organization of the United Nations, “Production: Crops and livestock products” [original data]. Retrieved July 20, 2024 from <https://ourworldindata.org/grapher/sweet-potato-production>
- Ginting, E., Yulifanti, R., & Jusuf, M. (2014). Ubijalar Sebagai Bahan Diversifikasi Pangan Lokal Sweet Potatoes as Ingredients of Local Food Diversification. *Pangan*, 23(2), 194–206.
- Garcia, M. P., 2018. Challenging National Narratives: On the Origins of Sweet Potato in Tiongkok as Global Commodity During the

- Early Modern in: Period M. Perez Garcia and L de Sousa (eds.), Global History and New Polycentric Approaches, Palgrave Studies in Comparative Global History, https://doi.org/10.1007/978-981-10-4053-5_3
- Harnowo, D., & Utomo, J. S. (2020). UBIJALAR: Dari Morfologi dan Pola Pertumbuhan hingga Prospek Pengembangan (F. C. I. Tri Sudaryono (ed.)). Universitas Negeri Malang.
- Husna, N. El, Novita, M., & Rohaya, S. (2013). Anthocyanins Content and Antioxidant Activity of Fresh Purple Fleshed Sweet Potato and Selected Products. Agritech, 33(3), 296–302.
- Juliano, B. O. (1992). Rice Starch Properties and Grain Quality. Denpun Kagaku, 39(1), 11–21.
- Korese, K ., Chikpah, S ., Hensel, O., Pawelzik, E, & Sturm, B. (2021). Effect of orange - fleshed sweet potato flour particle size and degree of wheat flour substitution on physical , nutritional , textural and sensory properties of cookies. European Food Research and Technology, 247(4), 889–905. <https://doi.org/10.1007/s00217-020-03672-z>
- Koswara, Sutrisno. 2013. "Teknologi Pengolahan Umbi-umbian: Ubi Jalar." UNIMED IPB: Bogor
- Malian, A.H, M. Djazuli, dan A. Dimyati. 1992. Prospek pengembangan ubi jalar pada lahan sawah tada hujan di Kabupaten Kuningan, Jawa Barat. Dalam Hardjosumadi, S., M. Machmud, S. Tjokrowinoto, D. Pasaribu, Sutrisno, A. Kunia, dan N. Mulyono (Eds.). Hasil Penelitian Tanaman Pangan. Prosiding Seminar Balittan Bogor, 29 Februari dan 2 Maret 1992 I:48–57.
- Marta, H., & Tensiska. (2017). Functional and Amylographic Properties of Physically-Modified Sweet Potato Starch. 2nd International Conference on Sustainable Agriculture and Food Security: A Comprehensive Approach, 2017, 689–700. <https://doi.org/10.18502/cls.v2i6.1091>
- Mu, T., Sun, H., Zhang, M., & Wang, C. (2017). Sweet Potato Processing Technology. Academic Press.
- Schoch, T. ., & Maywald, E . (1968). Preparation and Properties of Various Legume Starches. Cereal Chemistry, 45.
- Soo, H., Lee, K. C., Chang, S. K., Ji, Y., Kim, S. K. J., & Kim, S. (2018). Current status on global sweetpotato cultivation and its prior

- tasks of mass production. *J Plant Biotechnol*, 45, 190–195.
<https://doi.org/10.5010/JPB.2018.45.3.190>
- Subroto, E, Indiarto, R, Djali, M, & Rosyida, H. D. (2020). Production and Application of Crosslinking- Modified Starch as Fat Replacer: A Review. *International Journal of Engineering Trends and Technology*, 68(12), 26–30.
<https://doi.org/10.14445/22315381/IJETT-V68I12P205>
- Suryani, C., & Slamet, A. (2010). Optimasi Modifikasi Pati Ubi Jalar dengan Ikatan Silang dan Asetilasi Untuk Bahan Baku Sohun. *Proceeding Seminar Nasional APTA*, 137–143.
- Suryani, C. L. (2006). Pengaruh Heat-Moisture Treatment dan Penambahan Natrium Tripolifosfat terhadap Kualitas Mie instan dari Pati Ubi Jalar (Ipomoea batatas (L) Lam) Effect of Heat-Moisture Treatment and Sodium Tripoliphosphate on the Quality of Pendahuluan Metode Peneliti. *Biota*, XI(2), 64–71.
- Suryani, C. L. (2007). Korelasi antara sifat fisikokimiawi pati campuran dan kualitas sohun yang dihasilkan. *Jurnal Pendidikan Matematika Dan Sains UNY*, XII(2), 122–129.
- Xiong, X., & Kaluwasha, W. (2022). Sweet Potato (Ipomoea Batatas) Biology and Importance in U. S. Agriculture. *Agricultural Research and Technology Open Access Journal*, 26(5), 7–9.
<https://doi.org/10.19080/ARTOAJ.2022.26.556346>

BAB 7

ILMUTALAS

Oleh Santi Dwi Astuti

7.1 Pendahuluan

Talas merupakan tanaman pangan berupa herba menahun. Talas termasuk dalam suku talas-talasan (*Araceae*), berperawakan tegak, tingginya 1 cm atau lebih dan merupakan tanaman semusim atau sepanjang tahun. Talas mempunyai beberapa nama umum yaitu *Taro*, *Old cocoyam*, *'Dash(e)en'* dan *'Eddo (e)'*. Di beberapa negara dikenal dengan nama lain, seperti: *Abalong* (Philipina), *Taioba* (Brazil), *Arvi* (India), *Keladi* (Malaya), *Satoimo* (Japan), *Tayoba* (Spanyol) dan *Yu-tao* (China). Tanaman ini berasal dari Asia Tenggara, menyebar ke China dalam abad pertama, ke Jepang, ke daerah Asia Tenggara lainnya dan ke beberapa pulau di Samudra Pasifik, terbawa oleh migrasi penduduk. Talas ini diklasifikasikan sebagai tumbuhan berbiji (*Spermatophyta*) dengan biji tertutup (*Angiospermae*) dan berkeping satu (*Monocotyledonae*).

Umbi talas tumbuh di bawah tanah dan berbentuk bulat hingga lonjong dengan kulit luar yang bersisik dan berwarna coklat. Daun talas berukuran besar, berbentuk seperti hati, dan biasanya berwarna hijau tua. Daun ini juga kadang-kadang digunakan dalam masakan atau sebagai pembungkus makanan tradisional. Di Indonesia, terdapat berbagai jenis talas yang dibudidayakan, seperti talas bogor, talas beneng, talas ketan, dan talas pandan. Masing-masing jenis memiliki karakteristik yang berbeda, baik dari segi rasa, tekstur, maupun kegunaan. Umbi talas kaya akan karbohidrat, terutama dalam bentuk pati, yang membuatnya menjadi sumber energi yang baik. Talas juga mengandung serat pangan, vitamin A, C, dan B6, serta mineral seperti kalium, magnesium, dan fosfor. Talas yang memiliki kadar lemak rendah dan bebas gluten, menjadikannya alternatif yang baik untuk orang dengan intoleransi gluten atau yang sedang menjalani diet rendah lemak. Talas memiliki indeks glikemik yang lebih rendah dibandingkan dengan sumber karbohidrat lainnya, seperti kentang,

sehingga baik untuk menjaga kadar gula darah. Serat yang tinggi dalam talas membantu dalam pencernaan dan dapat mencegah sembelit. Kandungan antioksidan dalam talas, seperti beta-karoten dan cryptoxanthin, berkontribusi pada perlindungan terhadap berbagai penyakit kronis, termasuk penyakit jantung dan kanker. Talas merupakan bahan pangan yang cukup dikenal di berbagai daerah di Indonesia. Di beberapa daerah, talas menjadi bahan pokok atau makanan tradisional, seperti di Papua dan sebagian wilayah Sumatera. Potensi konsumsi lokal yang tinggi dapat mendukung pengembangan industri pengolahan talas menjadi berbagai produk pangan, seperti tepung talas, keripik, atau makanan olahan lainnya. Permintaan talas di pasar internasional cukup tinggi, terutama di negara-negara seperti Jepang, Korea Selatan, dan beberapa negara di Eropa. Talas dapat diolah menjadi berbagai produk bernilai tinggi, seperti tepung talas yang bisa digunakan dalam industri makanan dan minuman, bahan baku kosmetik, serta bahan pakan ternak. Pengembangan teknologi pengolahan dan diversifikasi produk dari talas dapat membuka peluang usaha baru dan memperluas pasar talas.

7.2 Tanaman dan Umbi Talas

Jenis-jenis tanaman talas diantaranya adalah talas raksasa (*Alocasia macrorrhiza*), taro rawa raksasa (*Cyrtosperma chamissonis*), kimpul (*Xanthosoma sagittifolium*), dan taro (*Colocasia esculenta*). Klasifikasi taksonomi tanaman talas dari jenis taro dan kimpul dapat dilihat pada Tabel 7.1.

Tabel 7.1. Klasifikasi taksonomi tanaman talas

	Taro	Kimpul
Kingdom	Plantae	Plantae
Divisi	Spermatophyta	Spermatophyta
Sub divisi	Angiospermae	Angiospermae
Kelas	Monocotyledonae	Monocotyledonae
Ordo	Arales	Arales
Famili	Araceae	Araceae
Genus	<i>Colocasia</i>	<i>Xanthosoma</i>
Spesies	<i>Colocasia esculenta</i> (L.) Schott sin. <i>C. antiquorum</i>	<i>Xanthosoma sagittifolium</i>

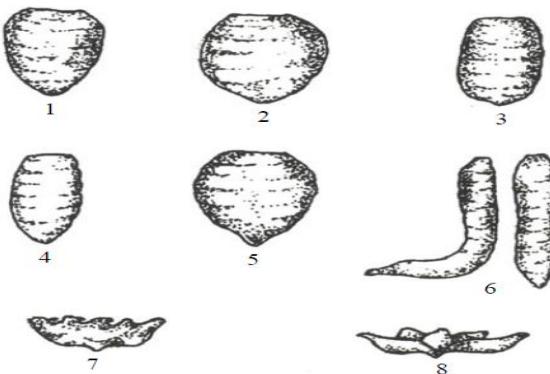
Tabel 7.2. Klasifikasi umbi talas berdasarkan karakteristik fisik

Deskripsi	Klasifikasi
Panjang umbi	3 (<8 cm), 5 (8-12 cm), 7 (12-18 cm), dan 9 (>18 cm)
Bentuk umbi	1 (kerucut), 2 (membulat), 3 (silindris), 4 (elips), 5 (halter), 6 (memanjang), 7 (datar dan bermuka banyak), dan 8 (tandan) (Gambar 1)
Warna daging umbi	1 (putih), 2 (kuning), 3 (oranye), 4 (merah muda), 5 (merah), 6 (merah ungu), 7 (ungu), dan 9 (lainnya)
Warna serat umbi	1 (putih), 2 (kuning muda), 3 (kuning oranye), 4 (merah), 5 (coklat), 6 (ungu), dan 9 (lainnya)
Warna kulit umbi	1 (putih), 2 (kuning), 3 (merah), 4 (merah muda), 5 (coklat), 6 (ungu), 7 (kehitaman), 9 (lainnya)

Sumber : Minantyorini dan Somantri 2002

Tingkat produksi tanaman talas tergantung pada kultivar, umur tanaman dan kondisi lingkungan tempat tumbuh. Pada kondisi optimal produktivitas talas dapat mencapai 30 ton/hektar. Pemanen talas dilakukan setelah tanaman berumur 6-9 bulan, tetapi ada yang memanennya setelah berumur 1 tahun, dan ada pula kultivar yang 4-5 bulan sudah dapat dipanen. Talas bentul di Bogor dipanen setelah berumur 8-10 bulan dengan umbi yang relatif lebih besar dan berwarna lebih muda dan kekuning-kuningan. Talas sutera yang dipanen pada umur 5-6 bulan, umbinya berwarna kecoklat-coklatan dan dapat berukuran sedang sampai besar. Panen yang terlalu cepat akan menghasilkan talas yang tidak kenyal dan pulen, sebaliknya jika panen terlambat akan menghasilkan umbi talas yang terlalu keras dan liat.

Karakteristik umbi talas dibedakan berdasarkan bentuk dan bobot umbi; warna kulit, serat, dan daging umbi; ketebalan kulit umbi, dan 101obo tumbi. Klasifikasi umbi talas berdasarkan karakteristik fisiknya dapat dilihat pada Tabel 7.2. Secara umum, umbi talas memiliki bentuk kerucut, membulat, elips dan bentuk lainnya. Visualisasi keragaman bentuk umbi talas menurut Minantyorini dan Somantri (2002) dapat dilihat pada Gambar 7.1.



Gambar 7.1. Variasi bentuk umbi talas

Dari beberapa varietas yang ditanam di beberapa wilayah di Indonesia, umbi talas memiliki panjang lebih dari 18 cm, dengan daging umbi berwarna kuning dan putih, namun ada juga varietas talas yang berwarna merah. Umbi talas memiliki bobot antara 100-1000 g per umbi. Karakteristik dari tanaman talas yang dibudidayakan di beberapa daerah di Indonesia dapat dilihat pada Tabel 7.3.

Tabel 7.3. Karakteristik umbi talas dari beberapa daerah di Indonesia

Daerah asal	Panjang	Bentuk umbi	Warna daging umbi	Warna serat umbi	Warna kulit umbi
Banjarnegara	7,9	4,6	1	2,3,5	1,2
Banyumas	9	3,6	1,2	2	2
Bogor	7,9	1,3,4,6	1,2,3,4	2,3,5,6	1,2
Malang	5,9	1,3,4	1,2,3	2,3,5	2
Lahat	7,9	1,6	1	5,6	2
Tapanuli	9	6	1	5	2
Mentawai	5,7,9	3,4	1	3,5	2
Papua	7,9	4	2,4	1,2,4	1
Tanah Toraja	5,9	1,3,4	2,1	2,3,5	1,2

Sumber : Setyowati *et al.* (2007)

Bogor adalah salah satu daerah di Indonesia yang membudidayakan banyak varietas umbi talas. Jenis talas yang biasa dibudidayakan di Bogor adalah Talas Sutera, Bentul, Lampung,

Pandan, dan Ketan. Talas bentul memiliki produktivitas yang tinggi, yakni dapat mencapai 30 ton/hektar dan memiliki rasa umbi yang enak dan pulen. Ciri-ciri lima varietas talas yang ada di Bogor yaitu :

1. Talas pandan : varietas ini memiliki ciri tangkai daun berwarna keunguan, pohon pendek, pangkal batang berwarna merah atau kemerahan, umbi lonjong berwarna coklat dengan daging umbi keunguan, dan bila direbus berbau pandan.
2. Talas sutra : varietas ini memiliki permukaan daun yang halus dan berwarna hijau muda, pangkal pelepah daun berwarna putih, dan umbi bila direbus berwarna putih dengan tekstur lembek.
3. Talas mentega atau lampung: varietas ini memiliki daun dan pelepah daun berwarna kuning keunguan, umbi berbentuk bulat dengan daging umbi berwarna kuning, dan terasa gatal bila direbus.
4. Talas ketan: varietas ini memiliki batang yang mengecil tepat di atas umbi, pelepah daun berwarna hijau dengan garis hitam, daging umbi berwarna putih, dan terasa gatal jika direbus.
5. Talas bentul: varietas ini memiliki batang yang mengecil di atas umbi, pelepah daun berwarna hijau dengan garis hitam keunguan, daging umbi berwarna kuning, dan terasa gatal jika direbus.

7.3 Karakteristik Umbi Talas

Di Indonesia, umbi talas biasanya digunakan sebagai makanan pokok pengganti beras atau nasi. Komposisi nutrisi utama umbi talas adalah karbohidrat. Selain itu, umbi talas memiliki kadar serat pangan dan mineral khususnya kalium, magnesium, fosfor, dan kalsium.

Tabel 7.4. Komposisi nutrisi umbi talas segar dan rebus

Nutrisi	Talas segar	Talas rebus
Energi	120 Kkal	108 Kkal
Protein	1,5 g	1,4 g
Lemak	0,3 g	0,4 g
Karbohidrat	28,2 g	25 g
Serat	0,7 g	0,9 g
Abu	0,8 g	0,8 g
Kalsium	31 mg	47 mg
Fosfor	67 mg	67 mg
Besi	0,7 mg	0,7 mg
Vitamin B	0,05 mg	0,06 mg
Vitamin C	2 mg	4 mg
Air	69,2 g	72,4 g

Karakteristik umbi talas dari beberapa varietas yang dipanen pada saat umur tanaman 8 bulan yaitu kadar pati total berkisar 68.24% (Lampung Hitam) – 72.61% (Boring), kadar amilosa berkisar 10.54% (Sutra) – 21.44% (Bentul), kadar amilopektin berkisar 78.56% (Bentul) – 89.46% (Sutra), dan kadar serat kasar berkisar 3.63% (Boring) – 7.15% (Bentul Biru dan Enau). Kandungan mineral dari umbi talas (per 100g) juga bervariasi, yakni 4276.04 kalium, 415.07 magnesium, 132.43 kalsium, dan 72.21 mg fosfor untuk jenis taro; dan 3057.15 mg kalium, 313.70 mg magnesium, 190.93 mg kalsium, dan 44.39 mg fosfor untuk jenis kimpul. Secara lengkap, komposisi nutrisi dari umbi talas segar dan umbi talas rebus dapat dilihat pada Tabel 4.

Dengan semakin matang umbi (dari 6 hingga 10 bulan), kadar fosfor, suhu dan entalpi gelatinisasi, kapasitas penyerapan air, indeks kelarutan dan pengembangan akan semakin tinggi, yakni masing-masing sebesar 113,99 $\mu\text{g}/100\text{ g}$ menjadi 145,64 $\mu\text{g}/100\text{ g}$; 80,69 menjadi 84,5°C; 13,24 menjadi 16,27 J/g; 140,11 menjadi 304,48%; 17,50 menjadi 29,42%; 115 menjadi 135%. Disisi lain, amilosa kadarnya menurun dengan peningkatan umur panen yakni dari 35,90 menjadi 27,65%. Selain komponen nutrisi, talas juga mengandung senyawa fitokimia seperti fenol, tanin, saponin, dan flavonoid yang berpotensi sebagai

antioksidan. Talas juga memiliki senyawa anti gizi yakni senyawa oksalat dan fitat.

7.4 Pati Talas

Pati talas dibuat dari penghancuran umbi, ekstraksi umbi dengan air, pemisahan ekstrak dari padatan umbi, pengendapan dan pengeringan pati. Secara fisik, granula pati talas umumnya berukuran kecil hingga sedang, dengan diameter 1-10 mikrometer. Granula pati talas berbentuk oval, bulat, atau ellipsoidal, tergantung pada varietas talas yang digunakan. Pati talas berwarna putih hingga putih kekuningan, tergantung pada metode ekstraksi dan kemurnian pati yang diperoleh. Pati talas memiliki suhu gelatinisasi yang relatif rendah (65°C-75°C). Pati talas memiliki daya serap air yang tinggi sehingga dapat membentuk pasta yang kental dan lengket. Gel yang terbentuk dari pati talas bertekstur lembut, elastis, dan memiliki viskositas yang cukup tinggi sehingga cocok untuk produk makanan yang membutuhkan tekstur halus dan lembut. Gel yang dihasilkan dari pati talas cenderung lebih transparan dibandingkan dengan pati dari sumber lain, seperti pati jagung atau singkong. Pati talas menghasilkan gel dengan kekuatan sedang sehingga cocok ditambahkan pada produk pangan yang memerlukan tekstur stabil tetapi tidak terlalu keras. Karakteristik fisik dan kimia pati talas dibandingkan pati singkong dapat dilihat pada Tabel 7.5.

Tabel 7.5. Sifat fisik dan kimia pati talas dan pati singkong

Karakteristik	Pati talas	Pati singkong
Distribusi ukuran granula (µm)	7	8.15-11.01
Kadar air (%)	10.42	10.57-11.13
Kadar abu (%)	0.14	0.1-0.19
pH	6.3	5.1-5.7
Kadar amilosa (%)	16.27	16.96-28.27
Fosfor (mg/kg)	119.15	65.34-128.72
Kapasitas pengikatan air (g/g)	0.9	0.86-1.08
Kejernihan pasta (%)	22.83	27.74-49.51
Panjang gelombang maks. (nm)	614.5	583.5-602.7
Bilangan iodin	0.329	0.234-0.289

Pati talas memiliki kandungan amilosa yang lebih rendah dibandingkan dengan amilopektin, dengan proporsi amilosa sekitar 10-30% dan sisanya amilopektin. Molekul pati talas memiliki banyak gugus hidroksil (-OH) yang reaktif, yang memungkinkan pati untuk berinteraksi dengan air dan membentuk ikatan hidrogen, mempengaruhi kelarutan, pembentukan gel, dan interaksi dengan komponen lain dalam makanan.

Pati talas memiliki tingkat retrogradasi yang rendah, membuat produk yang mengandung pati talas lebih stabil dan tahan lama. Dalam produk beku atau makanan yang mengalami pemanasan berulang, pati talas membantu mencegah sineresis (lepasnya air dari jaringan gel) dan menjaga stabilitas tekstur produk. Pati talas dapat berfungsi sebagai penstabil dalam emulsi, seperti saus salad atau produk berbasis susu, dengan membantu menjaga distribusi partikel lemak dan air yang merata, mencegah pemisahan fase. Pati talas dapat digunakan sebagai bahan pengisi dalam produk makanan olahan untuk menambah volume tanpa mempengaruhi rasa atau nutrisi secara signifikan. Sifat ini dibutuhkan pada produk seperti snack, biskuit, atau produk olahan daging.

Pati talas memiliki kemampuan untuk mengikat dan menahan rasa dalam produk olahan, membantu memperkuat dan mempertahankan profil rasa produk selama pemrosesan dan penyimpanan. Beberapa varietas talas mengandung pati resisten yang berfungsi sebagai serat prebiotik, yang dapat mendukung kesehatan usus dengan mendorong pertumbuhan bakteri baik dalam saluran pencernaan. Produk yang menggunakan pati talas, terutama yang mengalami modifikasi, dapat memiliki kandungan kalori yang lebih rendah, menjadikannya pilihan menarik untuk produk diet atau rendah kalori. Sifat termal pati alami dan pati teretrogradasi dari talas dan singkong dapat dilihat pada Tabel 7.6.

Tabel 7.6. Sifat termal pati alami dan pati teretrogradasi dari talas dan singkong

Karakteristik	Pati alami		Pati teretrogradasi	
	Pati talas	Pati singkong	Pati talas	Pati singkong
Suhu onset T_o (°C)	59.88	57.63-62.48	50.81	47.54-50.01
Suhu puncak T_p (°C)	70.03	62.84-67.41	61.01	56.4-58.8
Suhu akhir T_c (°C)	83.48	72.3-85.08	72.10	62.64-67.24
Entalpi gelatinisasi ΔH_g (J/g)	11.43	11.41-15.05	7.04	2.83-5.17
Indeks ketinggian puncak PHI	1.12	1.56-2.76	0.7	0.3-0.6
Suhu transisi retrogradasi R (°C)	20.31	8.31-16.36	20.4	15.75-19.29
Retrogradasi (%)	-	-	61.82	18.9-42.4

7.5 Tepung Talas

Pada umumnya, tepung dari umbi talas dibuat melalui tahap pengecilan ukuran umbi, pengeringan, penggilingan dan pengayakan. Karakteristik tepung talas dari jenis talas taro dan kimpul dapat dilihat pada Tabel 7.7 dan Tabel 7.8. Sifat proksimat, fisik dan fisikokimia serta profil pasta dan sifat gelatinisasi tepung talas sangat dipengaruhi oleh varietas umbi talas, ukuran irisan umbi talas sebelum dikeringkan, perlakuan pendahuluan seperti perebusan, pemanggangan, perendaman dalam larutan sodium metabisulfit, pemurnian tepung dengan NaOH, dan metode serta teknik pengeringan.

Tabel 7.7. Karakteristik kimia umbi talas taro dan kimpul

Parameter	Talas taro	Talas kimpul
Air (%)	10,42	11,04
Protein (Nx6,26;%)	6,18	6,37
Lemak (%)	0,99	0,88
Abu (%)	2,61	4,25
Serat pangan (%)	8,24	5,19
Serat pangan larut (%)	3,03	0,62
Serat pangan tak larut (%)	5,76	4,57
Gula total %)	3,63	3,99
Gula pereduksi (%)	0,85	1,65
Pati (%)	67,57	68,5
Amilosa (%)	17,42	18,13
Amilopektin (%)	82,58	81,87
Fosfor (mg/100g)	2,85	2,18
Kalsium (mg/100g)	1,63	0,52
Seng (ppm)	0,31	0,03
Besi (ppm)	0,15	0,05

Proses fermentasi dengan inokulum atau starter yang mengandung bakteri asam laktat, khamir dan kapang pada waktu tertentu akan mengubah sifat kimia, fisik, dan fungsional dari tepung talas. Tepung talas dari varietas yang berbeda, akan menghasilkan sifat yang berbeda pula akibat proses fermentasi yang diterapkan. Sifat kimia, fisik dan fungsional tepung talas dari varietas Bentul dan Satoimo yang tidak difermentasi dan yang difermentasi dengan inokulum yang berbeda yaitu NKL, Fermipan dan Bimo CF selama 48 jam dapat dilihat pada Tabel 7.9, Tabel 7.10, dan Tabel 7.11.

Tabel 7.8. Karakteristik fisik dan fisikokimia umbi talas taro dan kimpul

Parameter	Talas taro	Talas kimpul
pH	6,3	6,5
Aw (24±1°C)	0,68	0,67
Asam tertitrasi (%)	0,02	0,04
Densitas relatif (g/ml; 30°C)	1,28	1,5
Warna :		
L	89,19	84,96
a (+a=merah;-a=hijau)	+0,14	+0,08
b (+b=kuning;-b=biru)	+6,58	+7,25
ΔE	7,08	11,77
Konsistensi gel (cm)	2	2,75
Indeks absorpsi air	2,95	2,84
Indeks kelarutan air	12,33	10,27

Berdasarkan data pada Tabel 7.9, nampak bahwa talas varietas Bentul memiliki kadar amilosa yang lebih tinggi dibanding Satoimo. Proses fermentasi akan meningkatkan kadar amilosa tepung talas, sedangkan variabel lainnya menurun (total pati, total gula, gula pereduksi, protein, lemak, abu, serat kasar dan pH).

Tabel 7.9. Sifat kimia tepung talas dengan perlakuan fermentasi

Variabel	Varietas Bentul		Varietas Santoimo	
	Tanpa fermentasi	Fermentasi 48 jam	Tanpa fermentasi	Fermentasi 48 jam
Pati (%bk)	76,76	72,19	62,31	55,28
Amilosa (%bk)	12,77	19,69	6,42	10,01
Gula total (%bk)	2,20	0,32	22,49	12,35
Gula reduksi (%bk)	0,28	0,11	5,97	3,42
Protein (%bk)	6,42	5,62	9,50	8,83
Lemak (%bk)	1,99	0,50	1,55	0,48
Abu (%bk)	2,61	1,20	6,20	4,24
Serat kasar (%bk)	8,04	6,88	14,67	12,9
pH (air perendam)	6,40	5,21	5,63	4,79

Berdasarkan data pada Tabel 7.10, nampak bahwa proses fermentasi akan meningkatkan kapasitas penyerapan air dan daya pembengkakan, sedangkan rendemen dan densitas Kambanya menurun. Meskipun rendemen tepung varietas Satoimo lebih rendah dibanding Bentul, namun kapasitas penyerapan airnya lebih tinggi.

Tabel 7.10. Sifat fisik tepung talas dengan perlakuan fermentasi

Variabel	Varietas Bentul		Varietas Santoimo	
	Tanpa fermentasi	Fermentasi 48 jam	Tanpa fermentasi	Fermentasi 48 jam
Rendemen (%bk)	44,14	37,49	15,68	13,00
Densitas kamba (g bk/ml)*	0,91	0,79	0,95	0,81
Kapasitas penyerapan air (ml/g bk)	1,35	1,67	2,78	3,02
Daya pembengkakan (ml/g bk)	9,36	11,91	7,96	10,23

Tabel 7.11. Sifat fungsional tepung talas dengan perlakuan fermentasi

Variabel	Varietas Bentul		Varietas Santoimo	
	Tanpa fermentasi	Fermentasi 48 jam	Tanpa fermentasi	Fermentasi 48 jam
Waktu gelatinisasi (mnt)	7,54	7,59	10,05	12,21
Suhu gelatinisasi (°C)	78,98	79,71	87,10	88,7
Viskositas puncak (cP)	3228	3549	1660	889
<i>Breakdown viscosity</i> (cP)	1441	1827	146	47
Viskositas akhir (cP)	2322	2666	2300	1328

Berdasarkan data pada Tabel 7.11, nampak bahwa dengan fermentasi, akan terjadi peningkatan pada waktu dan suhu gelatinisasi. Untuk talas varietas Bentul, proses fermentasi menyebabkan peningkatan pada viskositas puncak, *breakdown viscosity*, dan viskositas akhir; dan sebaliknya untuk talas varietas Santoimo. Talas varietas Bentul berpotensi sebagai bahan pengisi pada produk yang diproses dengan suhu rendah; sedangkan untuk talas varietas Santoimo berpotensi sebagai bahan pengisi pada produk yang diproses dengan suhu tinggi.

7.6 Produk Pangan Olahan Berbasis Talas

Penggunaan pati talas, pati talas termodifikasi, dan tepung talas dalam berbagai produk pangan memiliki peran yang berbeda berdasarkan sifat dan karakteristik masing-masing. Pati talas dapat digunakan sebagai pengental pada saus, sup, gravy. Pati talas juga dapat digunakan sebagai pembentuk gel pada pudding dan dessert karena gel yang terbentuk bersifat lembut, elastis, dan transparan. Pati talas yang digunakan dalam produk makanan beku dapat membantu mempertahankan kehalusan tekstur halus dan mencegah pembentukan kristal es yang besar. Pati talas dapat digunakan pula sebagai pengisi dan penstabil pada produk olahan daging seperti sosis, nugget, dan bakso.

Pati talas termodifikasi dapat digunakan untuk mempertahankan viskositas dalam produk yang memerlukan kestabilan tinggi terhadap perubahan suhu dan pH, seperti saus mayones, salad dressing, dan produk dairy. Selain itu, jenis pati ini juga dapat digunakan untuk menstabilkan tekstur dan viskositas pada produk yang dipanaskan hingga suhu tinggi, seperti sup kalengan atau makanan siap saji. Pati talas termodifikasi juga dapat digunakan dalam produk daging olahan dan makanan beku karena kemampuannya untuk mengikat air lebih baik sehingga tekstur produk selama penyimpanan dapat dipertahankan. Pati talas termodifikasi dapat digunakan pula sebagai bahan pengisi dalam produk bebas gluten, seperti roti dan kue. Selain itu, juga dapat digunakan dalam mie instan dan sup instan karena kemampuannya untuk mengentalkan dengan cepat dan menghasilkan tekstur yang diinginkan hanya dengan sedikit pemanasan.

Tepung talas khususnya yang telah dimodifikasi biasanya digunakan dalam pembuatan roti dan kue tradisional. Tepung ini dapat memberikan tekstur yang lembut dan cita rasa yang khas. Tepung talas juga dapat digunakan untuk membuat bubur yang lembut. Tepung talas digunakan pula sebagai pengganti tepung terigu dalam produk bebas gluten, seperti roti, kue, dan pancake. Selain itu juga digunakan dalam pembuatan mie dan pasta bebas gluten karena mampu memberikan tekstur yang elastis dan tidak mudah patah. Tepung talas digunakan pula untuk memproduksi aneka jenis snack

dan camilan seperti keripik dan kue kering karena dapat menciptakan tekstur yang renyah dan lembut.

DAFTAR PUSTAKA

- Adegunwa MO, Alamu EO dan Omitogun LA. 2011. Effect of processing on the nutritional contents of yam and cocoyam tubers. *Journal of Applied Biosciences* 46: 3086– 3092
- Alam, F. dan Abid, H. 2009. Studies on Swelling and Solubility of Modified Starch from Taro (*Colocasia esculenta*): Effect of pH and Temperature. *Agriculturae Conspectus Scientific* Vol. 74 No. 1 (45-50)
- Amandikwa, C. 2012. Proximate and functional properties of open air, solar, and oven dried cocoyam flour. *Int. J. of Agric and Rural Dev.* Vol. 15 (2):988 – 994
- Astuti, S.D., N. Andarwulan, D. Fardiaz, dan E.H. Purnomo. 2017 Karakteristik tepung talas varietas bentul dan satoimo hasil fermentasi terkendali dengan inokulum komersial. *J. Teknol. dan Industri Pangan*. 28(2): 180 – 193.
- Himeda Makhlof, Nicolas Njintang Yanou, Richard Marcel Nguimbou, Claire Gaiani, Joel Scher, J. Balaam Facho, Carl M. F. Mbafung. 2012. Physicochemical, rheological and thermal properties of taro (*Colocassia esculenta*) starch harvested at different maturity stages. *International Journal of Biosciences (IJB)* Vol. 2, No. 3, p. 14-27
- Minantyorini dan I.H. Somantri. 2002. Panduan Karakterisasi dan Evaluasi Plasma nutfah Talas. *Komisi Nasional Plasma Nutfah*. 83 hlm.
- Njoku PC dan Ohia, C.C. 2007. Spectrophometric Estimation Studies of Mineral Nutrient in Three Cocoyam Cultivars. *Pakistan Journal of Nutrition* 6 (6): 616-619
- Ogunlakin GO, MO Oke, GO Babarinde, DG Olatunbosun. 2012. Effect of Drying Methods on Proximate Composition and Physico-chemical Properties of Cocoyam Flour. *American Journal of Food Technology* 7(4) : 245-250
- Perez EE, Gutierrez ME, De Delahaye EP, Tovar J, and Lares M. 2007. Production and Characterization of *Xanthosoma sagittifolium* and *Colocasia esculenta* Flours. *J Food Sci.* 72 : 367-372.

Setyowati M, Hanarida I, dan Sutoro. 2007. Karakteristik Umbi Plasma Nutfah Tanaman Talas *Colocasia esculenta* (The characterization of *Colocasia esculenta* plant). *Buletin Plasma Nutfah* 13 (2) : 49-55.

BAB 8

ILMU GARUT

Oleh Herlina

8.1 Tanaman Garut

Garut atau *arrowroot* (penyebutan secara internasional) merupakan tanaman yang berasal dari Amerika tropis, namun sekarang telah menyebar ke negara-negara tropis lainnya seperti Brazil, India, Indonesia, dan Filipina. Bentuk tanaman garut adalah herba yang berumpun, memiliki akar rimpang (*rhizoma*), batang bercabang dan lunak (karena tidak membentuk kayu) dengan tinggi 40-100 cm, daun berbentuk oval dengan panjang 10-15 cm dan lebar 3-10 cm, dan bunga berwarna putih yang terletak pada ujung batang (Nurhayati *et al.*, 2022). Secara visual, tanaman garut dapat dilihat pada Gambar 8.1. Tanaman garut memiliki taksonomi yang dapat diklasifikasi sebagai berikut:



Gambar 8.1. Tanaman Garut
Sumber: AgrokompleksKita.com

Klasifikasi <i>kingdom</i>	:	<i>Plantae</i> (Tumbuhan)
Sub <i>kingdom</i>	:	<i>Tracheobionta</i> (Tumbuhan berpembuluh) Super
Divisi	:	<i>Spermatophyta</i> (Menghasilkan biji)
Divisi	:	<i>Magnoliophyta</i> (Tumbuhan berbunga)
Kelas	:	<i>Liliopsida</i> (Berkeping satu/monokotil) Sub
Kelas	:	<i>Commelinidae</i>
Ordo	:	<i>Zingiberales</i> , Famili
<i>Marantaceae</i> , Genus	:	<i>Maranta</i>
Spesies	:	<i>Maranta arundinacea</i> Linn.

Tanaman garut tumbuh baik pada tanah lempung berpasir yang banyak mengandung mineral vulkanik. Tanaman garut tumbuh secara berkelompok baik berupa tanaman budidaya ataupun tanaman liar sehingga potensial dikembangkan dalam skala besar sebagai tanaman sela dengan pola agroforestri. Habitat tumbuh tanaman garut dapat ditemukan pada lahan ternaungi 30-70% dengan ketinggian 6-1351 mdpl (dataran rendah sampai dataran tinggi), suhu 25-36°C, kelembaban (RH) 40-72%, intensitas cahaya 26-56%, serta pH tanah 4,16-7,40 (asam-netral) (Rohandi *et al.*, 2016). Budidaya tanaman garut tersebar di beberapa wilayah di Indonesia seperti Pulau Jawa (Malang, Sragen, Garut), Maluku, dan Sulawesi (Ratnaningsih dan Nugraheni, 2010). Nama lokal garut cukup beragam, misalnya "arirut" (Melayu), "jelarut" atau "larut" (Jawa), "sagu" atau "garut" (Sunda), "selarut" atau "laru" (Madura), "labia walanta (Gorontalo), dan "huda sula" (Ternate).

8.2 Pengolahan Umbi Garut menjadi Pati

Hasil utama tanaman garut adalah umbi yang memiliki daging berwarna putih dan berkulit coklat muda, serta berbentuk seperti busur panah dengan panjang 20- 45 cm dan diameter 2-5 cm). Waktu panen umbi garut ditandai dengan daun-daun mulai menguning, layu dan mati, biasanya kisaran umur 10-12 bulan setelah waktu tanam. Selain dikonsumsi langsung, umbi garut juga dapat diolah menjadi pati sebagai bahan baku industri pangan. Umumnya, pembuatan pati garut melalui proses ekstraksi dengan cara basah kemudian dikeringkan dalam oven. Adapun proses pengolahan pati garut menurut Nurhayati *et al.* (2022) dan Sekarjati *et al.* (2022) diawali dengan pengupasan

kulit umbi garut hingga dihasilkan daging umbi. Daging umbi dengan air mengalir untuk menghilangkan sisa kulit dan tanah yang menempel. Daging umbi yang telah bersih diiris tipis dengan ukuran 1 cm untuk mempermudah saat proses penghancuran. Irisan daging tersebut dihancurkan menggunakan blender atau melalui pemanukan dan ditambahkan air bersih dengan perbandingan umbi dan air 1:3,5 (b/v). Selanjutnya, larutan disaring menggunakan kain saring dan diendapkan selama 12 jam dengan penambahan larutan NaHSO₃ sebanyak 200-500 ppm (0,2-0,5 mg/liter air) agar dihasilkan pati berwarna lebih putih. Hasil endapan kemudian dikeringkan dalam oven bersuhu 50°C selama 6 jam. Setelah kering, dilakukan pengayakan menggunakan ayakan 80 *mesh* agar dihasilkan ukuran yang seragam.

Berdasarkan bentuk dan jumlah kadar pati, umbi garut dibedakan menjadi dua jenis kultivar yaitu *creole* dan *banana*. Menurut Suhartini dan Hadiatmi (2011), jenis *creole* memiliki bentuk umbi panjang (kurus) dan kadar pati lebih tinggi sebesar 20,96%, sedangkan umbi garut jenis *banana* berukuran pendek (gemuk) dengan kadar pati 19,4%. Hasil penelitian Faridah *et al.* (2014) diketahui bahwa pengolahan umbi garut jenis *creole* (umur panen 10 bulan) menjadi pati garut dengan menggunakan ekstraksi cara basah menghasilkan rendemen pati sekitar 15- 20%. Kandungan pati yang cukup tinggi tersebut menjadikan umbi garut berpotensi sebagai bahan pangan komoditi lokal sumber karbohidrat alternatif. Hal ini sejalan dengan arah dan sasaran kebijakan pembangunan pangan dan gizi yaitu dalam mewujudkan ketahanan pangan dengan memanfaatkan komoditas pangan lokal lainnya yang juga memiliki nilai gizi yang tinggi seperti umbi-umbian sehingga mengurangi ketergantungan tepung terigu yang telah mendominasi sebagai bahan baku industri pangan.

8.3 Pati Garut

Pati garut merupakan hasil olahan utama dari umbi garut sebagai salah satu bentuk karbohidrat alami yang paling murni. Pati garut memiliki ciri berwarna putih bersih, teksturnya sangat halus, tidak berasa dan tidak beraroma dapat dilihat pada gambar 1.3. Hasil

penelitian Damat *et al.* (2017) menyatakan pati garut alami memiliki bentuk granula oval berukuran 9,35–35,6 μm yang utuh sehingga permukaannya sangat halus. Kualitas mutu produk pati garut komersial yakni kadar air <18%, kandungan pati >81,5%, pH 4,5–7, kandungan abu dan serat rendah, suhu awal gelatinisasi 72,8°C, daya kembang 54%, dan kekentalan tinggi dengan nilai viskositas maksimum 512–640 Brabender Unit (Nurhayati *et al.*, 2022). Namun, seperti pada umumnya pati umbi-umbian, pati garut memiliki karakteristik yang kurang menguntungkan antara lain tidak tahan asam, kemampuan membentuk gel tidak seragam, mudah mengalami sineresis, tidak tahan proses mekanis, serta kelarutan yang terbatas dalam air (Sekarjati *et al.*, 2022).

Pati garut dapat digunakan sebagai campuran atau pengganti tepung terigu pada olahan pangan, misalnya produk roti (10–20%), produk mi (15–20%), bahkan pada kue kering sampai seluruhnya (50–100%) (Amalia, 2014). Keunggulan pati garut dalam memberikan tekstur yang halus dan stabil menjadikannya pilihan yang ideal untuk produk yang memerlukan konsistensi dan kestabilan tinggi. Sebagai contoh, dalam produk makanan bayi, pati garut sering digunakan karena sifatnya yang lembut dan mudah dicerna, sehingga aman untuk bayi dan memberikan tekstur yang menyenangkan. Selain bidang pangan, pati garut juga dapat dimanfaatkan dalam pembuatan kosmetik (bahan baku bedak, krim, masker) karena sifatnya yang lembut dan tidak menimbulkan iritasi. Menurut Rahmawati *et al.* (2021), pati garut memiliki kemampuan yang baik dalam mengikat air dan membentuk gel yang tidak mudah rusak sehingga menjadikannya bahan yang sangat berguna dalam berbagai formulasi kosmetik. Selain kosmetik, pati garut juga dapat digunakan pada pembuatan lem, industri kertas, tekstil serta bahan bakar. Foto pati garut dapat dilihat pada Gambar 8.2.



Gambar 8.2. Pati Garut

Sumber: Nutriflakes.id

Pati garut dari segi kesehatan mempunyai keunggulan dibanding terigu, diantaranya memiliki nilai indeks glikemik tergolong rendah ($IG=14$) dengan daya cerna (85,35%) dan tidak mengandung gluten sehingga aman dikonsumsi harian bagi penderita diabetes mellitus dan *autism* (Ratnasari *et al.*, 2020). Kandungan fosfor (28,0 mg) dan zat besi (1,7 mg) juga lebih tinggi sehingga sangat baik untuk pertumbuhan tulang dan gigi bagi anak-anak dan lansia. Pati garut juga mengandung 2,16 mg/100g diosgenin; 3,98% polisakarida larut air; 1,4% serat tak larut; serta 1,12% serat larut yang berpotensi untuk mengobati penyakitdegenerative (Setyaningrum dan Adi, 2022).

Pati garut terdiri atas komponen amilosa dan amilopektin. Amilosa berperan dalam tingkat kekerasan, sedangkan amilopektin dapat meningkatkan kerenyahan tekstur produk. Menurut Faridah *et al.* (2014), pati garut alami mengandung pati cukup tinggi sebesar 98,10% dengan komponen amilopektin (73,46%) lebih tinggi dibandingkan amilosa (24,64%). Saat proses pemanggangan adonan terjadi gelatinisasi pati yang menyebabkan granula pati akan menyerap air dalam jumlah banyak. Molekul air berikatan dengan gugus hidroksil amilosa dan amilopektin akan menyebabkan rusaknya ikatan hidrogen sehingga struktur kristal terganggu dan granula pati mengalami pembengkakan dan pecah (Rosida, 2021). Pati yang mengandung tinggi amilopektin akan menghasilkan produk pangan yang ringan, porus, kering, dan renyah. Hal ini dikarenakan amilopektin bersifat sukar menyerap air dan merangsang terjadinya proses mekar (*puffing*) sehingga membentuk lapisan transparan

dengan viskositas gel yang tinggi (Hersoelistyorini *et al.*, 2015). komposisi gizi dalam 100g pati garut dapat dilihat pada Tabel 8.1.

Tabel 8.1. Komposisi Gizi Pati Garut Tiap 100g Bahan Basah

Komponen Gizi	Komposisi (% b/b)
Kadar Air	10,69
Kadar Abu	0,68
Kadar Lemak	0,39
Kadar Protein	0,72
Kadar Karbohidrat	86,52
Kadar Serat Pangan	1,00

Sumber: Novitasari *et al.*, (2022)

Pati garut merupakan bahan baku pangan sumber karbohidrat, namun kandungan lemak dan proteinnya relatif rendah (Novitasari *et al.*, 2022). Kandungan lemak yang rendah dalam pati garut memungkinkan penggunaannya dalam berbagai produk makanan tanpa menambah beban lemak yang tidak diinginkan, sehingga mendukung pola makan yang lebih sehat dan seimbang. Rendahnya kandungan lemak juga membantu menjaga keseimbangan kalori dan mendukung diet rendah lemak yang diperlukan untuk kesehatan jantung dan pengelolaan berat badan. Selain lemak, kandungan protein yang rendah pada pati garut akan memberikan dampak yang signifikan pada industry pangan, terutama dalam hal formulasi produk pangan. Keberadaan protein dalam jumlah rendah masih berkontribusi pada nilai gizinya, terutama dalam konteks diet yang mengutamakan keseimbangan makronutrien. Hal ini memungkinkan integrasi pati garut dalam berbagai produk makanan yang memerlukan pengendalian ketat terhadap asupan protein, seperti produk bebas gluten atau makanan yang ditujukan untuk kelompok dengan kebutuhan diet khusus. Secara keseluruhan, karakteristik pati garut yang rendah protein dan lemak memberikan fleksibilitas dan keunggulan kompetitif bagi industri pangan dalam menciptakan produk yang memenuhi tuntutan kesehatan dan diet terkini. Protein yang ada dalam pati garut dapat membantu dalam proses pemulihan

dan pemeliharaan jaringan tubuh, meskipun bukan dalam konsentrasi yang signifikan.

8.4 Aplikasi Pati Garut

8.4.1 Produk Mi

Sifat pati garut sebagai pengental dan penstabil sering dimanfaatkan dalam industri pembuatan mi. Dalam produksi mi, pati garut digunakan untuk meningkatkan kekentalan adonan dan memberikan struktur yang konsisten. Hal ini dipengaruhi oleh kemampuan pati garut untuk membentuk gel yang stabil saat dipanaskan menyebabkan pati garut mampu untuk mengikat bahan-bahan dalam adonan mi, sehingga menghasilkan mi dengan tekstur yang kenyal dan tidak mudah putus saat dimasak (Sartika *et al.*, 2018). Pati garut juga membantu dalam mengurangi pembentukan gumpalan dan meningkatkan daya simpan mi yang sangat penting dalam produk pangan cepat saji (Yuniarti *et al.*, 2017). Aplikasi pati garut pada produk mi dapat dilihat pada Gambar 8.3.



Gambar 8.3. Mi Garut Buatan Mahasiswa UMM

Sumber: <https://kabar24.bisnis.com/read/20180726/255/820933/mi-umbi-garut-ala-mahasiswa- umm-miliki-banyak-kelebihan>

8.4.2 Produk Cookies

Penggunaan pati garut sangat berpengaruh terhadap tekstur produk *cookies*, pati garut dapat meningkatkan kadar air produk sehingga tekstur yang dihasilkan tidak keras. Penelitian Indrianti *et al.* (2021) menyatakan bahwa bisuit berbasis MOCAF dengan

penambahan pati garut memiliki kandungan air tertinggi dibandingkan jenis pati lainnya. Semakin banyak penggunaan pati garut, maka semakin tinggi kadar air produk akhir sehingga nilai kekerasan tekstur lebih kecil (semakin renyah) (Astuti *et al.*, 2019). Tekstur produk yang dihasilkan akan mudah patah karena pati garut tidak mengandung gluten (Sobari dan Haq, 2023). Menurut Kifayah dan Basori (2015), kue kering atau *cookies* yang terbuat dari pati garut bersifat mudah patah (rapuh) juga disebabkan karena tidak terbentuknya gluten saat pencampuran adonan akibat dari rendahnya kandungan protein pada pati garut. Produk kue kering pati garut / kue semprit dapat dilihat pada Gambar 8.4.

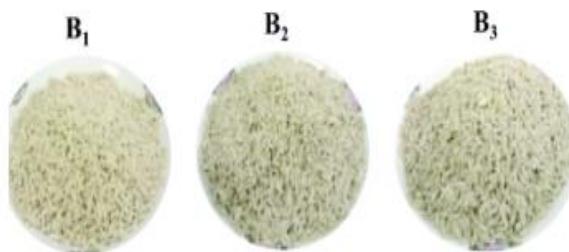


Gambar 8.4. Kue Semprit Pati Garut

8.4.3 Produk Beras Analog

Hasil penelitian oleh Ardiansyah *et al.* (2023) menunjukkan bahwa penambahan pati garut dalam formulasi beras analog dapat meningkatkan kekenyalan dan tekstur butiran beras, mirip dengan beras konvensional. Pati garut juga dapat memperbaiki kematangan dan daya serap air beras analog, menjadikannya lebih serupa dengan beras asli dalam hal kualitas memasak. Selain itu, penggunaan pati garut dalam beras analog berpotensi memberikan manfaat tambahan dalam hal nilai gizi dan keberlanjutan produk. Pati garut merupakan sumber karbohidrat yang rendah kalori dan memiliki indeks glikemik rendah, sehingga dapat memberikan keuntungan bagi konsumen yang memerlukan pengendalian gula darah. Beras analog yang diformulasikan dengan pati garut tidak hanya memiliki tekstur yang baik tetapi juga dapat menjadi pilihan makanan yang lebih sehat dan

berkelanjutan dibandingkan beras konvensional (Putra *et al.*, 2023). Garut dapat dilihat pada Gambar 8.5.



Gambar 8.5. Beras analog berbasis pati garut

8.5 Manfaat Umbi Garut Untuk Kesehatan

Umbi garut dalam bidang kesehatan mempunyai keunggulan, ada 10 (sepuluh) manfaat umbi garut apabila di aplikasikan dalam makanan, yaitu :

1. Membantu menurunkan berat badan

Umbi garut mengandung pati yang tidak semuanya diserap atau dicerna oleh tubuh. Menurut penelitian Zoomi Singh (2022), pati garut memiliki 32% pati resisten, Oleh karena itu, pati garut berperan sebagai serat larut di usus bila dicampur dengan air. Karakteristik yang dimiliki pati garut ini memberikan rasa kenyang yang berkepanjangan. Selain itu, kandungan protein garut juga dapat membantu rasa kenyang yang lama. Hal ini dapat membantu pengguna mengatur nafsu makan dan secara bertahap menyebabkan penurunan berat badan.

2. Bebas Gluten / Free Gluten

Tepung gandum (terigu) dan beberapa biji-bijian lainnya mengandung gluten yang dapat menyebabkan gejala alergi. Apabila pengguna alergi terhadap gluten bisa mengganti terigu dengan pati garut. Pati garut aman dikonsumsi bagi anak yang menyandang penyakit autis dan sangat cocok untuk makanan diet bagi lansia dan pasien dalam masa penyembuhan.

3. Meningkatkan keterampilan kognitif

Umbi garut bisa menjadi bahan utama ke dalam menu makanan Bayi dibawah lima tahun (BALITA) karena memiliki manfaat kesehatan yang luar biasa yang dapat membantu meningkatkan keterampilan kognitif. Keterampilan kognitif memerlukan fungsi otak yang sehat seperti memori kerja, pengenalan, bahasa, dll. Umbi garut dapat meningkatkan kemampuan psikologis dan perkembangan mental balita secara keseluruhan.

Umbi garut kaya kandungan seng, potassium, dan zat besi, yang meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan otak yang sehat. Beberapa penelitian menginformasikan, umbi garut bermanfaat dalam banyak kasus gangguan neurologis, termasuk gangguan perkembangan otak dan berfungsi untuk meningkatkan fokus dan konsentrasi secara efektif, meningkatkan kognisi yang lebih baik.

4. Cadangan vitamin B

Umbi garut merupakan sumber vitamin B yang sangat baik dalam bentuk riboflavin dan niasin. Niacin membantu menurunkan kolesterol, meredakan nyeri radang sendi, dan mengurangi peradangan. Selain itu, juga dapat menurunkan risiko penyakit kardiovaskular. Umbi garut juga mengandung folat, yang merupakan vitamin B kompleks yang dapat membantu mencegah anemia dan juga penting untuk pertumbuhan janin yang sehat. Umbi garut memiliki 338 mcg folat per porsi (100g), memfasilitasi pembentukan sel darah merah, pembelahan sel dan pertumbuhan. Adanya niacin pada umbi garut menghilangkan gejala pellagra, sehingga menghilangkan diare, demensia, dermatitis dan kematian. Selain itu, keberadaan folat sangat penting untuk pertumbuhan dan perkembangan normal janin. Oleh karena itu, umbi garut mencegah cacat tabung saraf pada bayi.

5. Kesehatan Jantung

Umbi garut kaya akan potassium dan kalium, beberapa penelitian menunjukkan bahwa mengonsumsi potassium cukup bermanfaat bagi jantung. Kalium bertindak sebagai vasodilator,

mengurangi tekanan darah dan risiko stroke atau serangan jantung. Hal ini juga menghilangkan ancaman yang ditimbulkan oleh aterosklerosis.

Penelitian telah membuktikan bahwa potassium juga meningkatkan aliran oksigen yang sehat ke otak, meningkatkan aktivitas dan fungsi otak. Ini juga mengurangi kadar kolesterol karena kaya akan senyawa bioaktif. Senyawa tersebut antara lain alkaloid, senyawa fenolik, flavon dan saponin. Selain itu, senyawa tersebut membantu menjaga profil lipid pada pasien dengan dislipidemia. Oleh karena itu, dianjurkan mengonsumsi garut untuk kesehatan jantung yang baik.

6. Makanan Bayi

Pati garut membantu meningkatkan tingkat penyerapan banyak nutrisi penting dan mendorong pertumbuhan dan perkembangan yang sehat pada bayi. Selain itu, banyak jajanan berbahan pati garut yang dapat membantu mengendalikan diare, bronkitis, dan batuk pada bayi. Ini juga dapat membantu mengurangi nyeri gusi saat tumbuh gigi.

7. Sirkulasi darah yang baik

Umbi garut kaya akan vitamin B kompleks, tembaga dan besi. Menurut penelitian, mineral tersebut penting untuk pembentukan sel darah merah. Nutrisi ini diperlukan untuk aliran darah yang baik ke dan dari banyak organ vital. Selain itu umbi garut mengandung zat besi, yang membantu membentuk hemoglobin dan membantu mengangkut oksigen. Zat besi mengikat oksigen segar dan membantu mengangkutnya ke organ dan sel lain di tubuh. Memiliki tingkat zat besi yang rendah dalam darah dapat menyebabkan pengiriman oksigen yang buruk dan bahkan berkontribusi pada perkembangan anemia. Oleh karena itu, garut menghilangkan gejala anemia, kelelahan dan kelemahan.

8. Menurunkan Kolesterol

Umbi garut dapat membantu menurunkan kadar kolesterol dalam darah. Garut meningkatkan produksi empedu di hati. Menurut sebuah penelitian, peningkatan sintesis empedu

membantu menguraikan kolesterol dalam darah, sehingga mengurangi kadarnya. Garut juga memiliki banyak senyawa bioaktif seperti senyawa fenolik, flavonoid, alkaloid, dan saponin. Senyawa-senyawa ini membantu menjaga kadar kolesterol yang sehat dalam tubuh dan sangat bermanfaat bagi penderita hiperkolesterolemia.

9. Meningkatkan Kesehatan Ginjal

Umbi Garut kaya kandungan kalium yang dikenal dapat membersihkan racun dan senyawa penyebab stres lainnya dari sistem ginjal. Kalium juga dapat membantu meningkatkan kesehatan saluran kemih dan meningkatkan fungsi ginjal dalam menyaring limbah. Kalium juga membantu meningkatkan kekebalan tubuh dan menjaga tekanan darah tetap terkendali.

10. Manfaat untuk Kulit

Umbi garut memiliki banyak khasiat penyembuhan kulit karena mengandung antioksidan, protein, dan vitamin. Senyawa tersebut sangat bermanfaat dalam mengatasi kondisi kulit seperti noda, bekas jerawat, dan bintik hitam.

Menurut penelitian, antioksidan membantu menghilangkan sel kulit mati, sehingga sel kulit baru yang sehat dapat terlihat. Antioksidan juga membantu mengurangi jumlah radikal bebas, sehingga mengurangi stres oksidatif dalam sel. Stres oksidatif dari radikal bebas ini bereaksi dengan molekul oksigen dan menghilangkan oksigen segar dari sel-sel yang sehat.

DAFTAR PUSTAKA

- Amalia, B. 2014. Umbi Garut Sebagai Alternatif Pengganti Terigu Untuk Individual Austitik. *Warta Penelitian dan Pengembangan Tanaman Industri*. 20(2): 30-31.
- Ardiansyah, A., U. Hasanah, dan S. Jaya. 2023. Utilization of Garut Starch in Analog Rice Production: Texture and Cooking Quality. *Journal of Food Engineering Research*. 15(2): 88-96.
- Astuti, S., A. S. Suharyono, dan S. T. A. Anayuka. 2019. Sifat fisik dan sensori flakes pati garut dan kacang merah dengan penambahan tiwul singkong. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*. 19(3): 225-235.
- Damat, A. T., H. Handjani, dan U. Khasanah. 2017. Mikroskopi dan Sifat Organoleptik Kue Kering Fungsional dari Pati Garut (*Maranta arundinacea* L.) Termodifikasi. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*. 6(4): 161-166.
- Faridah, D. N., D. Fardiaz, N. Andarwulan, dan T. C. Sunarti. 2014. Karakteristik Sifat Fisikokimia Pati Garut. *AGR/TECH*. 34(1): 14-21.
- Hersoelistyorini, W., S. S. Dewi, dan A. C. Kumoro. 2015. Sifat fisikokimia dan organoleptic tepung mocaf (*Modified Cassava Flour*) Dengan Fermentasi Menggunakan Ekstrak Kubis. *The 2nd University Research Coloquium* 10- 17.
- Indrianti, N., L. Ratnawati, R. Ekafitri, N. K. I. Mayasti, dan D. N. Sirait. 2021. Pengaruh jenis dan rasio penambahan pati terhadap karakteristik biskuit MP- ASI berbasis MOCAF. *Jurnal Riset Teknologi Industri*. 15(2): 135-146.
- Kifayah, R., dan Basori. 2015. Cookies berbasis pati garut (*Maranta arundinacea* L) dengan tepung bekatul dan tepung *whole wheat* sebagai sumber serat. *Nabatia*. 12(1): 63-71.
- Muthoharoh, D. F., dan A. Sutrisno. 2017. Pembuatan Roti Tawar Bebas Gluten Berbahan Baku Tepung Garut, Tepung Beras, dan Maizena (Konsentrasi Glukomanan dan Waktu *Proofing*). *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 5(2): 34-44.
- Novitasari, E., R. R. Ernawati, A. Lasmono, T. N. Ramadhani, dan D. Meithasari. 2022. Komposisi Kimia Tepung dan Pati Umbi

- Ganyong dan Garut Koleksi Kebun Sumber Daya Genetik Natar, Lampung Selatan. *Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal ke-10 Tahun 2022*. 27 Oktober 2022. Penerbit dan Percetakan Universitas Sriwijaya (UNSRI). 929-936.
- Nurhayati, D. R., A. S. Saputra, dan M. I. Prayoga. 2022. Pemberdayaan Tanaman Garut (*Maranta arundinacea* L.) dan Pengolahannya Bagi Masyarakat di Desa Wonoharjo Kecamatan Kemusu Kabupaten Boyolali. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*. 6(1): 52-63.
- Putra, J. R., D. Wulandari, dan S. Utami. 2023. Nutritional Benefits of Garut Starch in Analog Rice. *Nutritional Science Journal*. 11(4): 445-452.
- Rahmawati, N., D. Setiawan, dan R. Wulandari. 2021. Properties and Applications of Arrowroot (*Maranta arundinacea*) Starch in Food Industry. *Journal of Food Science and Technology*. 58(12): 4450-4460.
- Ratnaningsih, N., dan M. Nugraheni. 2010. Teknologi Pengolahan Pati Garut dan Diversifikasi Produk Olahannya Dalam Rangka Peningkatan Ketahanan Pangan. *INOTEK* 14(2): 192-207.
- Ratnasari, L., Ansharullah, dan R. H. F. Faradilla. 2020. Karakteristik pati garut (*Maranta arundinacea* L) termodifikasi *annealing* dan aplikasinya sebagai sumber pati resisten tipe III pada *cookies*. *Jurnal Sains dan Teknologi Pangan*(JSTP). 5(5): 3280-3293.
- Rohandi, A., Budiadi, S. Hardiwinoto, dan E. Harmayani. 2016. Karakteristik Agroekologi dan Potensi Tanaman Garut (*Maranta arundinacea* L) pada Berbagai Ketinggian Lokasi. *Jurnal Wana Tropika*. 52-69.
- Sekarjati, A. M. G., G. A. K. D. Puspawati, dan A. A. I. S. Wadnyani. 2022. Pengaruh Perbandingan Terigu dan Pati Garut (*Maranta arundinacea* L) Termodifikasi *Autoclaving-Cooling* Terhadap Karakteristik Mi Basah. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*. 11(2): 298-308.
- Setyaningrum, N. M. A., dan A. C. Adi. 2022. Kajian Literatur: Potensi Umbu Garut sebagai Pangan Alternatif untuk Penderita Diabetes Melitus. *Media Gizi Kesmas*. 11(2): 595-603.

- Sobari, E, dan S. S. Haq. 2023. Analisis sensori pemanfaatan pati garut (*Maranta arundinacea L*) sebagai bahan pengganti tepung terigu pada pembuatan pasta. *Agroindustrial Technology Journal*. 7(2): 28-36.
- Suhartini, T, dan Hadiatmi. 2011. Keragaman Karakter Morfologis Garut (*Maranta arundinacea L*). *Buletin Plasma Nutfah*. 17(1): 12-18.
- Yuliana, M., D. P. Sari, dan N. Hidayat. 2022. Effect of Garut Starch on the Quality and Shelf Life of Bread. *Journal of Food Science and Technology*. 59(10): 3914-3921.
- Zoomi Singh. 2022. Arrowroot: Health Benefit, Uses and More. Nutrition <https://www.healthifyme.com/blog/arrowroot-benefits/> (diakses 10 Agustus 2024).

BAB 9

ILMU PLANTAIN

Oleh Nurma Handayani

9.1 Deskripsi *Plantain*

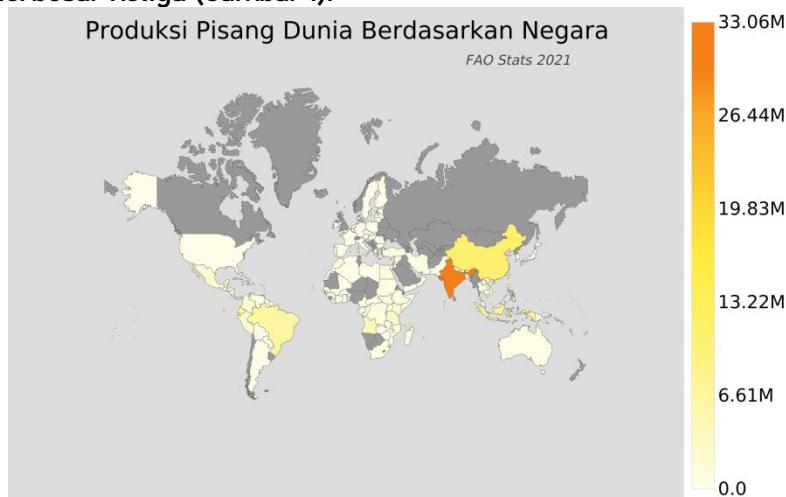
Pengetahuan *plantain* mencakup berbagai aspek, termasuk botani, agronomi, dan kuliner dari tanaman tersebut. *Plantain* (*Musa paradisiaca*) merupakan jenis pisang yang umumnya dikonsumsi dengan diolah/dimakan terlebih dahulu. Lawan kata dari plantain adalah *banana* yakni pisang yang umumnya dikonsumsi dalam bentuk buah segar(Adams, 2013).

Asal mula plantain dapat ditelusuri ke kawasan tropis di Asia Tenggara, khususnya di daerah yang mencakup Malaysia, Indonesia, dan Papua Nugini. Plantain kemudian menyebar ke Afrika dan Amerika Selatan melalui aktivitas perdagangan dan penjelajahan. Secara umum pisang diperkirakan telah dibudidaya-kan sejak tahun 8000-6000 SM, sebagaimana yang tercatat oleh para arkeolog dan ahli botani. Bukti-bukti awal menunjukkan bahwa pisang telah menjadi komponen penting dalam pola makan manusia selama ribuan tahun (Afolayan dan Jimoh, 2018)

Penyebaran pisang *plantain* ke Afrika dilakukan oleh para pedagang dan penjajah yang berasal dari Asia. Di benua Afrika, pisang plantain telah menjadi salah satu makanan pokok yang sangat penting dan digunakan dalam berbagai masakan tradisional. Pada masa penjelajahan Eropa, pisang plantain juga dibawa ke wilayah Amerika Tengah dan Selatan. Di daerah tersebut dapat dibudidayakan dengan dengan cepat dan menjadi bahan yang penting dalam kuliner setempat (FAO, 2019).

Produsen pisang dunia yang terbesar adalah India, selanjutnya Cina dan nomor ketiga adalah Indonesia. India merupakan penghasil pisang terbesar di dunia dengan produksi 33.062.000 ton per tahun. Republik Rakyat Cina berada di urutan kedua dengan produksi tahunan 12.061.344 ton (www.atlasbig.com). Dengan produksi

8.741.146,7 ton per tahun, Indonesia merupakan produsen pisang terbesar ketiga (Gambar 1).



Gambar 9.1. Produsen pisang dunia (<https://www.atlasbig.com>)

Pisang jenis plantain pada umumnya memiliki karakteristik yaitu buah yang keras dan kandungan patinya lebih tinggi dari pisang jenis banana. Jika dipanen masak pohon akan memiliki cita rasa yang sangat lembut dan manis dengan kadar gula yang tinggi dan kadar asam yang rendah serta cita rasa yang khas.

Plantain dapat dikonsumsi dalam berbagai cara, seperti direbus, dipanggang, atau digoreng. Selain itu, plantain juga dapat digunakan sebagai bahan dasar dalam berbagai hidangan tradisional maupun modern, (Mendez, 2021).

Pisang raja secara nutrisi merupakan bahan makanan rendah protein tetapi relatif tinggi karbohidrat, mineral, dan vitamin. Buah yang belum matang dapat digunakan sebagai makanan pokok penghasil energi. Pengolahan yang dilakukan pada pisang plantain yakni dengan direbus, dimakan dengan minyak kelapa sawit merah atau ditumbuk atau dimakan dengan semur sayuran dan daging. Pisang plantain yang matang dapat dipotong-potong dan dilapisi adonan terigu selanjutnya digoreng menjadi pisang goreng atau dikenal godo dalam bahasa Jawa. Pisang jenis *plantain* yang matang dapat pula digunakan sebagai pangan formulasi untuk bayi dan konsumen yang memiliki gangguan pencernaan karbohidrat.

9.2 Jenis *Plantain* di Indonesia

Pisang dikelompokkan menjadi *plantain* dan *banana* yang semua termasuk genus *Musa*, dengan klasifikasi ilmiah yaitu: Kingdom *Plantae*, Filum *Angiospermae*, Kelas Monokotil, Ordo *Zingiberales*, Famili *Musaceae*, Genus *Musa* dan Spesies *Musa paradisiaca* (Sutherland 1995).

Terdapat 66 spesies yang dibudidayakan di Asia Tenggara. Secara umum ada tiga spesies penting yang banyak dibudidayakan yakni: *Musa acuminata*, *Musa balbisiana*, dan *Musa paradisiaca*. Untuk *Musa acuminata* dan *Musa balbisiana* masuk kategori *banana*. Hasil persilangan antara *Musa acuminata* dengan *Musa balbisiana* adalah *Musa paradisiaca*. Pada abad pertengahan, tiga spesies genus *Musa* ini menyebar ke kawasan tropis di Amerika dan Afrika.

Kelompok pisang *Musa acuminata* ditandai dengan huruf A (*Acuminata*), terdiri dari pisang *diploid* (AA), *triploid* (AAA), dan *tetraploid* (AAAA). *Musa balbisiana*, ditandai dengan huruf B (*Balbisiana*), dan dikelompokkan menjadi pisang *diploid* (BB), dan *triploid* (BBB). Spesies *balbisiana* tidak ada yang *tetraploid*. *Musa paradisiaca* sebagai hasil silangan alami antara *Musa acuminata* dengan *Musa balbisiana*, ditandai dengan huruf AB atau BA, dan dikelompokkan menjadi: AB (*diploid plantain*), AAB, ABB (*triloid plantain*), dan AAAB, AABB, ABBB (*tetraploid plantain*).



Pisang kepok
A



Pisang raja
B



Pisang tanduk
C



Pisang kayu

D



Pisang nangka

E



Pisang candi

F

Gambar 9.2. Contoh pisang jenis plantain: kepok (A), pisang raja (B), pisang tanduk (C), pisang kayu (D), pisang nangka (E), pisang candi (F) (Google.com)

Pisang mas, dan pisang raja sereh, merupakan *M. acuminata* yang dikelompokkan *diploid* (AB), sehingga terkadang ditemukan biji di dalamnya. Pisang ambon dan *cavendish* merupakan *M. acuminata triploid* (AAA) sehingga tidak pernah berbiji. Pisang batu merupakan contoh *M. balbisiana* *diploid* (BB), yang penuh dengan biji namun dagingnya manis sekali (Pirrier *et al.*, 2019). Pisang *plantain* yang *diploid*, *triploid* dan *tetraploid* yaitu pisang kepok, pisang raja bulu, pisang muli, pisang tanduk.



Pisang cavendish

A



Pisang mas

B



Pisang barlin

C



Pisang susu

D

Gonto 9.3. Pisang jenis banana: pisang cavendish (A), pisang mas (B), pisang barlin (C), pisang susu (D) (Google.com)

9.3 Karakteristik *Plantain*

Pisang jenis *plantain* biasanya memiliki tekstur daging yang lebih padat, lebih manis, dan cocok untuk olahan seperti dikukus, dikolak, digoreng, atau lainnya. Pisang pada sebagian masyarakat menjadi makanan utama terutama masyarakat berkembang di negara tropis. Selain sumber energi, pisang *plantain* kaya akan vitamin C, B6, mineral, dan serat makanan. Pisang memberikan kontribusi yang bermanfaat bagi kandungan vitamin A, C, dan B6 dalam pola makan, dan merupakan sumber energi yang penting dan langsung sehingga acapkali dikonsumsi oleh olahragawan selama kompetisi. Pisang juga bebas kolesterol dan tinggi serat. Nilai energi dan gizi pisang jenis *plantain* dengan pisang jenis *banana* ditunjukkan pada Tabel 9.1 (Nurhayati & Rahmanto, 2018).

Tabel 9.1. Nilai gizi pisang jenis *banana* dan jenis *plantain*

Nilai gizi (g/100 g bagian yang dapat dimakan)	Pisang jenis	
	Banana	Plantain
Energi (kJ/ 100 g)	368	556
Protein	1.1	1.1
Lemak	0.2	0.4
Karbohidrat	22	31
Kalsium	7	14
Phosphorus	27	32
Besi	0.9	0.9
Vitamin A	0.03	0.20
Vitamin B (Thiamin)	0.04	0.05
Vitamin C	10	20

Kandungan karbohidrat pada pisang berkisar antara 22% - 32% dari berat buahnya. Setiap tahunnya, orang mengkonsumsi pisang sekitar 28 kg per kapita atau 155 kg per tahun. Kandungan karbohidratnya yang tinggi sebagai sumber kalori yang mencapai sekitar dua kali lipat dibanding nilai kalori apel dan tiga kali lipat nilai kalori jeruk. Pisang berukuran sedang mengandung kalori sekitar 280 kJ.

9.4 Ragam Olahan Pisang *Plantain*

Pisang *plantain* dikonsumsi dalam bentuk olahan. Kandungan karbohidrat pati lebih tinggi pada pisang jenis *plantain* (>30%) dibandingkan pisang jenis *banana* (<20%). Dengan demikian akan lebih cocok jika dikonsumsi dalam bentuk olahan baik ketika masih mentah maupun sudah masak. Beberapa contoh olahan pisang jenis *plantain* yaitu tepung pisang, pisang goreng, pisang rebus, keripik pisang, getuk pisang.

Pisang goreng menjadi salah satu camilan yang banyak disukai. Pisang masak jenis *plantain* seperti pisang kepok, pisang agung dan lainnya dikupas selanjutnya dibelah dan disalut/dilumuri atau dicelupkan ke dalam adonan tepung beras atau terigu yang diberi sedikit garam dan gula. Selanjutnya digoreng hingga masak dan siap disajikan.

Keripik pisang juga salah satu camilan favorit. Proses pembuatannya cukup mudah yaitu pisang kepok yang belum terlalu matang atau yang masih hijau dikupas dan diiris tipis seragam di atas minyak panas. Selanjutnya digoreng hingga kuning keemasan dan renyah. Tahap berikutnya adalah memberikan perasa pada keripik yang dihasilkan, bisa dengan menggunakan perasa tabur ataupun olahan gongso gula caramel atau berbumbu.

Proses pembuatan getuk pisang sangatlah mudah yakni pisang jenis *plantain* dikupas dan dikukus hingga masak. Selanjutnya dihaluskan dan ditambahkan gula merah, garam, tepung beras, dan tepung sagu. Tahap berikutnya dituangkan santan dan diaduk rata, selanjutnya dibentuk silinder dan dikemas dengan daun pisang untuk dikukus kembali hingga matang untuk disajikan dengan minuman penyerta seperti teh atau kopi.

Tepung pisang menjadi produk intermediet untuk diolah selanjutnya menjadi beragam pangan olahan seperti bubur, cake dan lainnya. Nurhayati *et al.* (2011) melaporkan bahwa pada tepung pisang mentah mengandung pati resisten tipe 2 hingga lebih dari 10%. Tepung pisang juga memiliki tingkat kristalinitas hingga 20,08%. Akan tetapi jika tepung pisang difерmentasi secara spontan, tingkat kristalinitasnya mengalami penurunan menjadi 18,74%. Selain itu

kadar karbohidratnya juga mengalami penurunan sekitar 2% akibat proses fermentasi spontan.



Gambar 9.4. Ragam olahan pisang jenis plantain
(google.com; tabloidsinartani.com)

9.5 Manfaat *Plantain*

Plantain memiliki beragam manfaat kesehatan yang signifikan. Beberapa manfaat utama mengkonsumsi *plantain* yaitu sebagaimana terlampir berikut (Dalu *et al.*, 2019):

1. Dapat meningkatkan kesehatan pencernaan.
Kandungan serat dalam *plantain* berperan penting dalam mencegah sembelit dan meningkatkan kesehatan usus dengan memperlancar proses pencernaan.
2. Dapat menjaga kesehatan jantung
Tingginya kadar kalium dalam *plantain* membantu mengatur tekanan darah dan mendukung kesehatan jantung dengan mengurangi risiko terjadinya hipertensi.
3. Menstabilkan gula darah
Karbohidrat kompleks yang terdapat dalam *plantain* memiliki indeks glikemik rendah, sehingga dapat membantu menjaga kestabilan kadar gula darah. Pada bagian umbi pisang juga terbukti dapat mengontrol kadar gula darah pada tikus diabetes (oligunju *et al.*, 2020).
4. Mendukung kesehatan mata
Vitamin a yang berasal dari beta-karoten dalam *plantain* berkontribusi pada kesehatan mata dan membantu mencegah penyakit mata seperti rabun senja. Selain itu kulit pisang juga bisa digunakan untuk mengatasi katarak pada tikus hewan coba(mahmudah&winant, 2013).
5. Meningkatkan energi
Plantain menyediakan energi yang berkelanjutan berkat kandungan karbohidratnya, menjadikannya pilihan yang baik untuk aktivitas fisik yang memerlukan stamina tinggi. Wusnah *et al.* (2020) melaporkan bahwa pisang kepok juga bisa dikonversi bagian limbahnya menjadi bioethanol untuk sumber energi non manusia seperti untuk kebutuhan pabrik.
6. Mendukung kesehatan tulang
Mineral seperti magnesium dan kalium yang terkandung dalam *plantain* berperan dalam menjaga kesehatan tulang serta mencegah masalah seperti osteoporosis(waliyo *et al.*, 2019).

DAFTAR PUSTAKA

- Adams, M. A. (2013). *Crop Production in Tropical and Subtropical Regions*. Springer.
- Afolayan, A. J., & Jimoh, F. O. (2018). "Impact of Plantain Cultivation on Rural Livelihoods in West Africa". *Agricultural Systems*, 162, 69-78.
- Agricultural Research Service (ARS). (2020). *Plantain and Banana Pest Management*. USDA.
- Akinyemi, S. O. S., Aiyelaagbe, I. O. O., & Akyeampong, E. (2008, October). Plantain (*Musa* spp.) cultivation in Nigeria: a review of its production, marketing and research in the last two decades. In *IV International Symposium on Banana: International Conference on Banana and Plantain in Africa: Harnessing International 879* (pp. 211-218).
- <https://www.atlasbig.com/id/negara-berdasarkan-produksi-pisang>
- Dalu, K. C. A., Nurhayati, N., & Jayus, J. (2019). In vitro modulation of fecal microflora growth using fermented "Pisang Mas" banana and red guava juices. *Current Research in Nutrition and Food Science Journal*, 7(2), 449-456.
- FAO (Food and Agriculture Organization). (2019). *Plantain Production in Sub-Saharan Africa: Challenges and Opportunities*. FAO.
- International Plant Protection Convention (IPPC). (2021). *Sustainable Practices in Plantain Farming*. IPPC.
- Kementerian Pertanian Republik Indonesia. (2022). *Economic Impact of Plantain Cultivation in Indonesia*. Kementerian Pertanian.
- Lembaga Pertanian Lokal. (2021). *Practical Guide to Plantain Farming*. Lembaga Pertanian Lokal.
- Nurhayati, N., & Rahmanto, D. E. (2017). Banana and plantain as medicinal food. *UNEJ e-Proceeding*, 87-91.
- Mahmudah, G., AS, H. L., & Winant, F. (2013, December). Peranan Ekstrak Kulit Pisang Untuk Mengatasi Katarak Dengan Hewan Coba Tikus (*Rattus Norvegicus*). In *Pekan Ilmiah Mahasiswa Nasional Program Kreativitas Mahasiswa-Penelitian 2013*. Indonesian Ministry of Research, Technology and Higher Education.

- Méndez, M. A., & Stoner, C. M. (2021). "Nutritional and Medicinal Properties of Plantain (*Musa spp.*)". *Journal of Food Science and Technology*, 58(4), 1505-1514.
- Olagunju, A. I., Oluwajuyitan, T. D., & Oyeleye, S. I. (2020). Effect of plantain bulb's extract-beverage blend on blood glucose levels, antioxidant status, and carbohydrate hydrolysing enzymes in streptozotocin-induced diabetic rats. *Preventive nutrition and food science*, 25(4), 362.
- Perrier, X., Jenny, C., Bakry, F., Karamura, D., Kitavi, M., Dubois, C., ... & De Langhe, E. (2019). East African diploid and triploid bananas: a genetic complex transported from South-East Asia. *Annals of botany*, 123(1), 19-36.
- Sutherland, M. T. S. (1995). *The Plantain: A Review of its Botanical, Economic, and Social Aspects*. International Banana and Plantain Network (IBPN).
- Wusnah, W., Bahri, S., & Hartono, D. (2020). Proses pembuatan bioetanol dari kulit pisang kepok (*Musa acuminata* BC) secara fermentasi. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 8(1), 48-56.
- Purwestri, R. C., Powell, B., Rowland, D., Wirawan, N. N., Waliyo, E., Lamanepa, M., ... & Ickowitz, A. (2019). *From growing food to growing cash: Understanding the drivers of food choice in the context of rapid agrarian change in Indonesia* (Vol. 263). CIFOR.

BAB 10

ILMU SORGUM

Oleh Edi Susilo

10.1 Pendahuluan

10.1.1 Asal – usul sorgum

Banyak produk adalah makanan pokok manusia, menurut catatan sejarah pangan di seluruh dunia. Ini dulunya disebut sorgum, bersama dengan padi, jagung, dan gandum. Sorgum adalah salah satu tanaman pangan lahan kering yang dapat ditanam di Indonesia. Sorgum dapat digunakan untuk berbagai tujuan, termasuk makanan, pakan ternak, bioenergi (atau bioetanol), dan bahkan sebagai bioherbisida. Karena mereka lebih tahan terhadap kekeringan daripada tanaman pangan lainnya, mereka mudah berkembang biak di tanah yang sulit dan membutuhkan jumlah air yang lebih sedikit (Deptan, 1990).

Sorgum memainkan peran penting dalam menyediakan makanan dan nutrisi bagi manusia di seluruh dunia, meskipun tidak sepopuler beras atau gandum. Sorgum berbulir biasanya ditanam di berbagai jenis tanah, terutama tanah kering. Tanaman makanan pokok ini berasal dari Afrika Timur dan Tengah, di Abessinia, Ethiopia, dan wilayah-wilayah yang berdekatan dengannya. Mungkin pertama kali dibudidayakan sekitar 8.000 tahun yang lalu, dan sekarang menjadi tanaman global. Sorgum menyebar ke berbagai benua dan di seluruh dunia selama migrasi manusia. Pedagang Arab pernah mengirimkan sorgum ke Asia Selatan dan Asia Tenggara dari Timur Tengah. Sebagai informasi yang dikumpulkan FAO pada tahun 2012, terdapat 110 negara di seluruh dunia yang menanam sorgum. Indonesia, yang sudah menanam sorgum sejak abad keempat, tidak tercantum pada daftar negara produsen sorgum FAO (FAO, 2013). Ini mungkin karena luas areal panennya yang kecil.

Selain itu, para pedagang Trans-Sahara mengangkut sorgum ke Afrika Barat dan Afrika Utara, menjadikannya salah satu pemasok utama sorgum di dunia. Tanaman ini dibawa ke negeri Paman Sam

saat perdagangan budak masuk ke Amerika pada abad ke-17. Tanaman ini dengan cepat menyesuaikan diri dengan iklim Selatan Amerika dan merupakan bagian penting dari sistem pertanian di wilayah itu. Sorgum juga dibawa ke Australia, Amerika Selatan, dan Karibia oleh manusia. Di sana, konsumsi dan budidaya sorgum meningkat dengan cepat (Puspitalova & Lutfiana 2023). Sorgum adalah tanaman biji-bijian pertama yang didomestifikasi manusia, tetapi kemudian tergusur oleh sumber makanan lain. Sorgum kembali populer karena banyak manfaat dari segi daya tumbuh, rasa, dan kandungan nutrisinya. Berdasarkan informasi yang dikumpulkan pada tahun 2016 oleh Organisasi Pangan dan Pertanian (FAO), sorgum menempati peringkat kelima sebagai sumber pangan dari biji-bijian terbanyak yang diproduksi di seluruh dunia, setelah beras, jagung, gandum, dan barley (FAO, 2016).

10.1.2 Negara penghasil sorgum

Amerika Serikat memproduksi sorgum terbanyak setiap tahun dengan 12,1 juta ton; diikuti oleh Nigeria dengan 6,9 juta ton, Sudan dengan 6,4 juta ton, Meksiko dengan 5 juta ton, Ethiopia dengan 4,7 juta ton, dan India dengan 4,4 juta ton. Argentina memproduksi 3 juta ton, China 2,4 juta ton, Nigeria 1,8 juta ton, dan Australia 1,7 juta ton. Konsumsi sorgum di India dan Afrika sangat rendah, meskipun produksi sorgum di seluruh dunia sangat tinggi (Kompas, 2018).

Sorgum digunakan sebagai pakan ternak di Amerika dan Australia. Daftar produsen sorgum dunia ini tidak mencantumkan Indonesia sama sekali. Produsen sorgum terbesar di dunia setidaknya ada tujuh negara. Salah satu jenis biji-bijian yang dapat dimakan dan diolah adalah sorgum. Sorgum diketahui memiliki kandungan protein yang lebih tinggi daripada jagung dan gandum. Setelah diproses, biji-bijian ini dapat digunakan sebagai pakan ternak, dikonsumsi sebagai biji-bijian utuh, dibuat etanol, atau digiling menjadi tepung. Di seluruh dunia, ada beberapa negara yang terkenal karena menghasilkan sorgum. Situs Statista mendaftarkan tujuh negara penghasil sorgum terbesar di dunia.

Tujuh negara penghasil sorgum terbesar di dunia tercantum di situs Statista:

1. Amerika Serikat adalah salah satu negara yang paling maju di dunia. Di banyak hal, Negeri Paman Sam memiliki banyak keunggulan dibandingkan negara lain. Amerika Serikat adalah produsen sorgum terbesar di dunia. Produksi sorgum mencapai 11,37 juta ton pada tahun 2021-2022. Periode produksi sorgum tertinggi dicatat pada tahun 2015-2016. Amerika Serikat telah mampu memanen sekitar 15,16 juta ton sorgum hingga saat ini.
2. Nigeria terletak di Afrika Barat, berbatasan dengan Niger di bagian Utara, Chad di bagian Timur Laut, Kamerun di bagian Timur, dan Benin di bagian Barat. Dengan produksi sekitar 6,8 juta ton sorgum, Nigeria diperkirakan menjadi negara terbesar di Afrika dan kedua terbesar di dunia, hanya kalah dari Amerika Serikat (Faizi, 2022).
3. Ethiopia adalah salah satu negara terpadat di Afrika dan penghasil sorgum utama. Negara ini berbatasan dengan Djibouti di sebelah Timur Laut, Eritrea di sebelah Utara, Somalia di sebelah Timur, Kenya di sebelah Selatan, dan Sudan di sebelah Barat Laut. Produksi sorgum Ethiopia sebesar 5,2 juta ton pada tahun 2021-2022.
4. Sudan adalah negara dengan produksi sorgum terbesar kedua di Afrika Timur Laut. Negara ini berbatasan dengan Chad di Barat, Mesir di Utara, Ethiopia di Tenggara, dan Libya di Barat Laut. Sudan memproduksi 5 juta ton sorgum pada tahun 2021-2022, hampir sama dengan Ethiopia.
5. Meksiko adalah negara penghasil sorgum terbesar di dunia. Negara ini memproduksi sekitar 4,7 juta ton sorgum pada tahun 2021/2022, jumlah yang cukup besar jika dibandingkan dengan populasi Amerika Serikat yang lebih dari 11 juta orang, menurut data Statista. Namun, jumlah ini masih didaftarkan.
6. India adalah salah satu negara penghasil sorgum terbesar dan terbesar di dunia; memproduksi sekitar 4,4 juta ton sorgum pada tahun 2021-2022, menempati peringkat keenam di antara negara penghasil sorgum terbesar di dunia.
7. Negara terbesar kedua di Amerika Selatan adalah Brazil, di belakang Argentina, tempat lahirnya pemain sepak bola terkenal

Lionel Messi. Argentina juga menghasilkan banyak sorgum. Faizi (2022) mengatakan bahwa negara ini adalah penghasil sorgum terbesar di dunia dan memproduksi sekitar 3,75 juta ton sorgum pada tahun 2021–2022, lebih banyak daripada Brazil, yang hanya memproduksi sekitar 2,7 juta ton.

10.2 Keberadaan Sorgum di Indonesia

Sorgum jarang ditemukan di lahan petani karena pemerintah kurang memperhatikannya selama ini. Karena mulai langka di lapangan, sorgum sudah tidak ditemukan lagi dalam statistik daerah dan pusat. Masyarakat hanya menggunakan biji sorgum untuk makanan olahan tradisional. Namun, karena sorgum memiliki potensi besar untuk digunakan sebagai bahan baku industri, pakan ternak, dan pangan olahan, program diversifikasi pangan Kementerian Pertanian diharapkan akan memberikan perhatian lebih besar pada pengembangannya (Deptan, 2004).

Meskipun sorgum sekarang tersedia di seluruh dunia, mulai dari daerah tropis hingga subtropis, kebanyakan orang percaya bahwa sorgum berasal dari Afrika. Pedagang India diduga membawa tanaman ini ke Indonesia ratusan tahun yang lalu. Kemampuannya tumbuh di berbagai lingkungan dan kondisi tanah adalah salah satu alasan mengapa sorgum digunakan secara luas. Sorgum dapat tumbuh dari wilayah tropis Afrika hingga subtropis Amerika. Mereka juga dapat ditanam di pinggiran kota, karena tidak membutuhkan banyak pupuk dan tidak terpengaruh oleh hama dan penyakit.

Dengan kemampuan ini, sorgum diharapkan dapat memenuhi kebutuhan pangan masa depan, melawan tantangan pertumbuhan penduduk yang pesat dan perubahan iklim. Penelitian tahun 2008 oleh David B. Lobell dari Stanford University AS, dan timnya menemukan bahwa suhu global sebesar 1 derajat akan menurunkan produksi gandum sebesar 6%, produksi padi sebesar 3,2 persen, produksi jagung sebesar 7,4%, dan produksi kedelai sebesar 3,1 persen. Menurut Graeme Hammer dari Queensland Alliance for Agriculture and Food Innovation (2015), sorgum memiliki kemampuan untuk beradaptasi dengan perubahan iklim karena mampu menyerap air dengan baik. Beberapa tanaman, termasuk sorgum, akan

menggunakan air secara lebih efisien seiring dengan meningkatnya kadar karbon dioksida seiring dengan perubahan iklim. Ini dapat memberikan hasil yang sama meskipun daya serap airnya lebih sedikit. Sorgum dapat tumbuh subur dan menghasilkan hasil yang baik ketika tanaman lain seperti padi dan jagung gagal. Ketua Desa Kawalelo, yang terletak di Kecamatan Setan Pagong, Kabupaten Flores Timur. Dengan menanam dan memakan sorgum, suku Kawalelo memenuhi kebutuhan pangannya.

Sorgum dapat ditemukan di banyak tempat di Indonesia. Ini paling sering terlihat di Pulau Jawa, Sulawesi Selatan, Sulawesi Tenggara, Nusa Tenggara Barat (NTB), dan Nusa Tenggara Timur (NTT). Beberapa daerah di Jawa Tengah (Purwodadi, Pati, Demak, dan Wonogiri), Daerah Istimewa Yogyakarta (Gunung Kidul dan Kulon Progo), dan Jawa Timur (Lamongan, Bojonegoro, Tuban, dan Probolinggo) menghasilkan sorgum dengan metode pertanian tradisional. Sirappa (2003) menyatakan bahwa di wilayah yang sebelumnya pernah ditanami sorgum, pengembangan sorgum harus menjadi prioritas utama. Areal pengembangan di Indonesia sangat luas, termasuk wilayah dengan iklim kering atau musim hujan singkat, serta wilayah dengan tanah yang tidak subur sebagai berikut. Garut, Ciamis, Cirebon, dan Sukabumi adalah kabupaten di Jawa Barat, dan Brebes, Demak, dan Wonogiri adalah kabupaten di Jawa Tengah. Kabupaten di Jawa Timur seperti Pacitan, Sampang, dan Lamongan; dan kabupaten di Yogyakarta seperti Bantul, Kulon Progo, dan Bantul. Kupang, Rote Ndao, Timor Tengah Selatan, dan Timor Tengah Utara

BATAN, LIPI, dan Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian adalah beberapa lembaga yang melakukan penelitian untuk meningkatkan produksi sorgum. Di Sidrap, Sulawesi Selatan, beberapa petani kadang-kadang mengembangkan sorgum untuk pakan ternak, pembuatan sirup, dan tepung, di Kendari, Sulawesi Tenggara, dan Sumba, NTT. Tanaman sorgum hanya ditemukan di Purwakarta, Jawa Barat, dan Pasuruan, Jawa Timur. Di beberapa desa di Flores Timur, Sikka, Ende, Nagekeo, Manggarai Barat, Sumba Timur, dan Belu di Pulau Timor, masyarakat NTT secara intensif membudidayakan sorgum. Di Flores, pengembangan budidaya sorgum bekerja sama dengan potensi wisata alam, menjadikannya wilayah peternakan.

Dunia saat ini menghadapi krisis pangan akibat kenaikan harga. Data yang dirilis oleh Organisasi Pangan dan Pertanian Perserikatan Bangsa-Bangsa (FAO) menunjukkan indeks harga pangan global berada pada angka 159,3 pada Maret 2022. Level ini adalah yang tertinggi sejak tahun 1990. Dengan invasi Rusia ke Ukraina, yang membahayakan kesehatan masyarakat, krisis pangan semakin memburuk. Efeknya terhadap ekonomi di seluruh dunia, terutama mengganggu pasokan makanan dan energi. 22 negara telah memutuskan untuk tidak mengekspor makanan mereka ke negara lain. Rusia, Ukraina, dan India telah menghentikan ekspor gandum. Oleh karena itu, harga gandum naik tiga kali lipat.

Sorgum merupakan tanaman salah satu tanaman padi potensial yang dapat digunakan sebagai pengganti beras dengan kandungan gizi tinggi, seiring dengan upaya pemerintah Indonesia untuk diversifikasi pangan. Akibat perang antara Rusia dan Ukraina, tekanan global telah membatasi impor gandum ke Indonesia, termasuk Ukraina dan India. Menurut data terakhir dari BPS, impor gandum pada tahun 2021 mencapai 11,6 juta ton. Mengembangkan sorgum lokal dapat menggantikan gandum impor. Oleh karena itu, penggantian gandum dengan sorgum diperlukan untuk mengantisipasi permintaan yang tinggi untuk gandum. Sorgum adalah salah satunya.

Kebutuhan gandum nasional bisa dipenuhi dengan tepung sorgum. Permintaan gandum Indonesia mencapai 11 juta ton per tahun, dan anggaran yang dialokasikan untuk membeli gandum sebesar 50.000 miliar per tahun akan mengurangi devisa negara. Tepung sorgum dapat menggantikan 1,18 juta ton kebutuhan gandum secara keseluruhan setara dengan 380.557 hektar pertanian sorgum bergantung pada jenis produk olahan, seperti roti, kue, dan kue kering. Tepung sorgum juga lebih murah, hanya 60% dari tepung terigu (Rochmadi, 2022).

Studi tentang pemanfaatan sorgum pada berbagai jenis makanan di Indonesia telah banyak dilakukan. Ini termasuk mie roti, berbagai jenis kue, cookies, dan masakan tradisional (Mudjisihono & Damardjati 1987; Suarni 2004). Dengan rendemen sorgum sebesar 6,4 ton gabah per ha dan laju konversi gabah sosoh menjadi beras sosoh sorgum sebesar 51%, laju konversi gabah sosoh menjadi tepung sorgum sebesar 48,5%, dan laju konversi gabah sosoh menjadi biji

sorgum sebesar 51%, kemampuan untuk menggantikan tepung sorgum dengan tepung terigu adalah 15–20 persen untuk produk mie, 50–75 persen untuk kue kering, dan 30–50 persen untuk rumah tangga.

Selain itu, benih bersertifikat yang cukup baik diperlukan untuk memaksimalkan potensi pertumbuhan sorgum. Pemerintah Indonesia harus merencanakan untuk memenuhi kebutuhan benih sorgum pada tahun 2023 karena ketersediaan benih sorgum saat ini termasuk dalam kategori Benih Menengah (BS), sehingga para penangkar benih harus mempersempitnya menjadi Benih Dasar (BD), dan Benih Sebar (BR).

Akibat pandemi COVID-19, peningkatan impor sejak tahun 2020, dan pemanasan global, produksi sorgum di Indonesia menurun selama tiga tahun. Indonesia hanya terdaftar sebagai importir, bukan eksportir sorgum (BRIN, 2023). Luas tanam sorgum di Indonesia adalah 4.355 hektar, atau 10.877 ton benih sorgum, dan hasil panen sorgum di Indonesia mencapai 2 ton/ha, sedangkan produksi global hanya mencapai 2,7 ton/ha. Sementara itu, harga sorgum terus meningkat. Pada tahun 2023, harganya berkisar antara 10.500 dan 21.000 per kg, yang menunjukkan potensi besar dan peluang besar (BRIN, 2023).

Menurut data dari Badan Pusat Statistik (2019–2020), lima provinsi: Jawa Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur, Daerah Istimewa Yogyakarta, dan NTT memiliki produksi sorgum berkisar antara 4.000 dan 6.000 ton per tahun. Produksi sorgum Indonesia di Amerika Tenggara hanya meningkat menjadi 7.695 ton dari 6.114 ton selama lima tahun terakhir. Saat ini, stabilisasi harga sorgum masih diterapkan di sekitar 4.355 hektar di enam provinsi, menghasilkan 15.243 ton, atau sekitar 3,36 ton per ha. Tujuan pemerintah adalah menanam 15.000 hektar sorgum pada tahun 2022 dan 154.000 hektar sorgum pada tahun 2024 (Sutrisno, 2022).

Sorgum Indonesia memiliki banyak keuntungan, termasuk tanahnya tropis dan kering, biomassanya yang tinggi, dan harganya yang terjangkau. Namun, ada masalah teknis di hulu, seperti teknologi pasca panen dan ketersediaan benih berkualitas yang terbatas untuk masalah lanjutan, terutama teknologi pasca panen dan pengolahan produk. Pada saat yang sama, masalah sosioekonomi termasuk kurangnya pengetahuan pasar, penggunaan yang terbatas, dan

kekurangan dukungan dari sektor swasta, yang telah lama dikenal sebagai bahan pangan lokal yang sangat menjanjikan. Namun, kemajuannya masih sangat lambat sejauh ini. Pemerintah selalu mengalokasikan anggaran dan kegiatan untuk pembangunan setiap tahun, tetapi kemajuannya kecil. Banyak usaha telah dilakukan dalam beberapa tahun terakhir. Dalam hal diversifikasi pangan, perhatian utama diberikan pada sektor hilir, terutama proses pengolahan dan penyerapan tepung sorgum sebagai pengganti tepung terigu. Sorgum masih sangat diperhatikan. Perhatian terhadap sorgum masih sangat rendah, seperti yang ditunjukkan oleh data statistik. Hingga saat ini, pertumbuhan produksi sorgum nasional belum diperhitungkan dalam statistik pertanian, sehingga menunjukkan bahwa komoditas tersebut belum mendapat manfaat dari prioritas pengembangan.

Presiden Joko Widodo mendorong Kamar Dagang dan Industri (Kadin) Indonesia untuk mengembangkan komoditas pertanian seperti jagung dan sorgum. Ini dilakukan untuk mengurangi impor bahan pangan pokok yang terlalu tinggi, yaitu gandum. Produk ini bahkan dapat dikombinasikan dengan sorgum dan singkong, yang tumbuh dengan baik di Indonesia (Sutrisno, 2022). Roadmap Sorgum 2022–2024 menetapkan bahwa tujuan utama tanaman sorgum adalah bioetanol untuk bahan bakar, pakan ternak untuk pakan ternak, dan makanan manusia. Terlepas dari fakta bahwa 15.000 ha dialokasikan untuk budidaya sorgum pada tahun 2022, indeks alokasi hanya 4.600 ha yang disesuaikan secara otomatis. Pemerintah mengusulkan 100.000 ha ABT pada tahun 2023 dan 15.000 ha alokasi reguler pada tahun 2023.

Indonesia memiliki produksi sorgum yang rendah. Bahan baku industri pakan ternak saat ini terdiri dari 50% jagung dan 50% protein lainnya, dan tanaman ini dianggap dapat menggantikan tanaman lain, seperti jagung, untuk membuat bioetanol. Menggunakan sorgum sebagai pakan ternak adalah tentu saja salah satu protein lainnya. Selain itu, sorgum dapat menjadi sumber alternatif pengganti gandum yang saat ini dihadapkan pada tantangan di seluruh dunia. Pasar tradisional produk sorgum saat ini terdiri dari delapan industri kecil dan menengah yang membeli sorgum. Menurut Sutrisno (2022), harga sorgum kering yang dipanen saat ini berkisar sekitar Rp 13.000.

10.3 Kegunaan dan Manfaat Sorgum

10.3.1 Manfaat umum sorgum

Famili Gramineae mencakup tanaman sorgum. Selain itu, sorgum adalah biji-bijian yang tahan kekeringan, sehingga dapat tumbuh bahkan tanpa air. Oleh karena itu, tanaman ini sangat cocok untuk ditanam sebagai bahan pangan. Karena tidak menghasilkan limbah, sorgum adalah komoditas unik. Daun, batang, biji, dan bunga adalah sebagian besar bagian yang dapat dimanfaatkan. Sorgum tidak membutuhkan banyak air untuk tumbuh dan tahan kekeringan. Dalam satu musim tanam, sorgum bahkan ditanam tiga sampai lima kali karena pemanfaatan ratun. Oleh karena itu, sorgum adalah sumber daya unik yang harus dikembangkan untuk menghadapi ancaman krisis pangan global. Selain berfungsi sebagai program untuk mendukung ketahanan pangan di negara kita, sorgum juga memiliki nilai ekonomi yang besar, dan diharapkan dapat meningkatkan produktivitas.

Sorgum bermanfaat sebagai sumber makanan bergizi, aman bagi penderita diabetes, mengandung antioksidan, dan mengobati kanker usus besar. Sorgum dapat menggantikan 30-40% tepung terigu, beras, minuman kesehatan, dan olahan masker kecantikan. Untuk pakan ternak, daun sorgum dapat meningkatkan bobot dan produksi susu. Hasil panen daun segar rata-rata 7-14 ton/ha, dan hasil panen batang segar rata-rata 21-43 ton/ha. Namun, sisa batang digunakan sebagai serat lignoselulosa atau dapat digunakan sebagai silase dan enzim dalam pakan ternak yang mengalami fermentasi. Batang manis menghasilkan getah, yang dapat menghasilkan gula cair, etanol, dan MSG, antara lain, tergantung pada bagaimana bahan tersebut diproses (Sugeng, 2023).

Tanaman sorgum adalah yang tepat untuk "masa depan". Akibatnya, Indonesia memiliki kesempatan untuk memaksimalkan potensinya. Pemerintah harus mendorong sorgum sebagai tanaman alternatif untuk makanan. Sorgum memiliki keuntungan karena dapat tumbuh di tanah yang tidak subur. Jika dibandingkan dengan tepung terigu, sorgum mengandung lebih banyak nutrisi (BRIN, 2023). Dalam beberapa dekade terakhir, sorgum telah menjadi bahan bakar bioenergi yang menarik. Menghasilkan etanol dari sorgum adalah

proses yang dapat dilakukan. Ini akan memberikan sumber bioenergi baru yang ramah lingkungan dan berpotensi mengurangi ketergantungan kita pada bahan bakar fosil. Sorgum dapat digunakan untuk berbagai tujuan, termasuk makanan, pakan, energi, dan bahkan bioherbisida. Permintaan makanan, pakan, dan energi meningkat sebagai akibat dari pertumbuhan penduduk Indonesia. Pada tahun 2015, ada 255,18 juta orang di Indonesia (BPS, 2015).

10.3.2 Manfaat sorgum untuk kesehatan

Sorgum memiliki banyak manfaat kesehatan dan gizi selain nilai ekonominya yang tinggi. Tanaman ini bagus untuk orang yang tidak suka gluten karena tidak banyak gluten di dalamnya. Selain itu, sorgum mengandung serat tinggi, vitamin B, zat besi, dan antioksidan, yang masing-masing membantu menjaga pencernaan, sistem kekebalan tubuh, dan jantung sehat. Sorgum tidak hanya merupakan makanan pokok utama, tetapi juga memiliki nilai ekonomi, manfaat kesehatan, dan potensi untuk digunakan sebagai sumber bioenergy bahkan sebagai bioherbisida. Sorgum masih menjadi subjek penelitian dan inovasi untuk memenuhi kebutuhan pangan dan energi di masa depan karena merupakan biji-bijian yang bermanfaat (Puspitalova & Luthfiana 2023).

10.3.3 Manfaat sorgum sebagai bioetanol

Dengan menipisnya sumber daya bahan bakar fosil, kebutuhan akan bioetanol yang dihasilkan dari tumbuhan meningkat. Produksi bioetanol sebagai bahan bakar transportasi meningkat secara global pada tahun 2009, sehingga meningkatkan permintaan (Kennedy & Turner 2004). Akibatnya, untuk industri skala besar, tanaman yang mampu menghasilkan jumlah biomassa yang tinggi dan mampu menghasilkan bioetanol sangat penting.

Selama hampir 150 tahun, sorgum manis telah digunakan untuk membuat silase untuk ternak, pakan ternak, dan sirup. Setelah krisis bahan bakar minyak pada tahun 1970an, sorgum manis mulai digunakan sebagai bahan baku produksi etanol untuk menggantikan bahan bakar minyak. Dalam beberapa tahun terakhir, sorgum manis telah banyak digunakan sebagai bahan baku fermentasi bebas gula, yang dapat menghasilkan bahan bakar minyak, pakan ternak, pangan,

dan banyak produk lainnya (Chiaramonti *et al.*, 2004). Karena lebih efisien mengkonversi CO_2 menjadi gula daripada jagung dan tebu, sorgum manis adalah sumber bioenergi, makanan manusia, dan pakan ternak yang menjanjikan. Batang sorgum manis dapat digunakan untuk menghasilkan etanol melalui fermentasi.

Tanaman C4 sorgum manis menghasilkan lebih banyak biomassa daripada tanaman C3 karena melakukan fotosintesis lebih cepat pada kondisi cahaya dan suhu hangat (Salisbury & Ross 1992). Selain itu, sebagai tanaman C4, permukaan daunnya memiliki lapisan lilin yang mengurangi laju transpirasi, dan sistem perakaran berkembang luas. Sorgum menghasilkan lebih banyak biomassa daripada jagung atau tebu, keduanya tanaman C4, dan menggunakan air dengan sangat efisien karena kedua faktor ini (Hoeman 2007). Sorgum manis adalah sorgum yang memiliki banyak gula Brix (Reddy & Sanjana 2003).

Sorgum manis juga memiliki gen yang mengontrol warna hijau panjang daun, yang tetap hijau selama tahap biji. Kandungan nitrogen yang lebih tinggi pada daun berkontribusi pada fenomena ini, yang dapat meningkatkan efektivitas radiasi dan transpirasi (Borrell *et al.* 2000). Menurut SFSA (2003), sorgum memiliki fisiologi yang dapat mempertahankan warna hijau pada batang dan daun, yang dapat memperlambat pembusukan daun (Mahalakshmi & Bidinger 2002), dan memungkinkan tanaman untuk mempertahankan warna hijau pada batang dan daun meskipun hanya sedikit air (Borrell *et al.* 2006).

Sorgum manis telah diidentifikasi sebagai produk energi karena kandungan gula yang tinggi pada batangnya (Wortmann & Regassa 2011) dan kemampuannya menghasilkan 6.000 hingga 7.000 l/ha etanol (FAO 2002 ; Dinesh *et al.*, 2013). Di Indonesia, produktivitas sorgum untuk produksi etanol berkisar antara 3.000 hingga 6.600 l/ha. Sorgum manis merupakan biji-bijian yang mudah beradaptasi sehingga mempunyai potensi untuk pengembangan produksi bioetanol. Batang dan biji sorgum manis dapat diolah menjadi gula dan hasil sampingnya adalah ampas tebu. Oleh karena itu, sorgum manis bersifat serbaguna dan produknya dapat digunakan sebagai makanan bagi manusia dan hewan, sebagai sumber etanol dan kalori, serta sebagai bioherbisida.

Vries *et al.*, (2010) menyelidiki berbagai tanaman yang berfungsi sebagai sumber bioenergi. Jagung, gandum, sorgum manis, dan tebu adalah beberapa dari tanaman tersebut (*Saccharum spp.*). Ternyata menggunakan tanah, air, pupuk nitrogen, dan pestisida membuat sorgum manis tumbuh lebih baik. Dengan penyiraman yang cukup, umur tanaman yang pendek, biaya produksi yang relatif rendah, sorgum manis dapat dipanen tiga hingga empat kali per tahun.

Gula dari sari batang sorgum manis antara 8 sampai 20 persen (Rains *et al.*, 1990). Energi yang diperlukan untuk depolimerisasi pati lebih besar daripada yang diperlukan untuk mengubah gula nira sorgum menjadi etanol. Jagung, bit gula, tebu, sorgum, dan singkong adalah tanaman yang digunakan untuk menghasilkan bioetanol. Namun, ketahanan pangan jauh lebih penting. Karena sorgum manis digunakan sebagai makanan manusia, biomassa batangnya digunakan untuk membuat bioetanol, serta daun dan bahan keringnya digunakan untuk membuat bioetanol, penggunaan sorgum manis sebagai bahan baku produksi bioetanol tidak berdampak pada keamanan makanan. Dua hingga enam ton sorgum dapat dihasilkan dari satu hektar lahan (Reddy 2007). Selain getah pohon, yang dapat digunakan sebagai sumber utama produksi bioetanol, ampas tebu yang mengandung lignoselulosa juga dapat menjadi pertimbangan.

10.3.4 Manfaat Sorgum sebagai bioherbisida

Keluarnya racun tanaman di sekitar tanaman utama menyebabkan penghambatan pertumbuhan yang dikenal sebagai alelopati. Salah satu tanaman yang menghasilkan alelopati adalah sorgum, yang dapat digunakan sebagai herbisida hidup. Pertumbuhan gulma di sekitar tanaman utama dapat terhambat oleh penggunaan ekstrak air. Jenis bioherbisida yang berbeda dapat dihasilkan dari ekstrak air organ sorgum. Dibandingkan dengan ratusan umumnya, ekstrak sorgum berasal dari tumbuhan utama yang menghasilkan senyawa alelokimia tertinggi. Paling terhambat adalah ekstrak sorgum dari berbagai varietas tanaman yang diuji. Misalnya, varietas Numbu tanaman uji Suri 3 memiliki kemampuan penghambatan terbaik (Susilo *et al.*, 2021a). Dibandingkan dengan bagian tanaman lainnya, organ tanaman sorgum dari akar tanaman utama dan batang

yang tumbuh di rawa merupakan sumber bioherbisida yang lebih baik (Susilo *et al.*, 2023a).

Di tanah Histosol, tanaman sorgum mengalami kekeringan, yang menghasilkan senyawa yang paling tinggi. Oleh karena itu, tanaman yang tumbuh dalam kondisi seperti ini mungkin merupakan sumber bioherbisida yang sangat baik (Susilo *et al.*, 2021b). Salah satu penggunaan alelopati adalah untuk menghambat gulma dengan ekstrak sorgum. Kekeringan adalah stres abiotik yang sangat penting bagi tanaman. Dengan konsentrasi 7,5%, kering Histosol dan Ultisol) mencapai tingkat penghambatan perkecambahan tertinggi. Ekstrak sorgum yang ditanam di lahan basah kering memiliki potensi yang baik untuk menghasilkan bioherbisida (Susilo *et al.*, 2021c). Ekstrak sorgum dapat menghambat gulma. Alelopati terjadi ketika tanaman menekan pertumbuhannya karena racun yang dikeluarkan oleh tanaman tetangga dari spesies yang sama atau berbeda. Cekaman abiotik adalah komponen yang menentukan kontribusi tanaman terhadap pelepasan alelokimia.

Pada tanaman uji, ekstrak air organ daun tanaman varietas Super 1 menghasilkan penghambatan tertinggi. Organ daun yang dihasilkan dari sorgum kultivar Super 1 memiliki kapasitas yang lebih besar untuk berfungsi sebagai herbisida organik (Susilo *et al.*, 2023b). Sorgum adalah tanaman multifungsi yang digunakan untuk berbagai tujuan, termasuk sebagai makanan, pupuk organik, dan bioherbisida. Salah satu topik penelitian yang menarik adalah ekstrak air dari tanaman utama dan tanaman ratun dengan organ daun, batang, dan akar yang dibudidayakan di rawa sebagai bioherbisida. Alelopati adalah hasil dari keanekaragaman tumbuhan dan organ. Salah satu herbisida biologis terbaik adalah ekstrak air yang dihasilkan dari batang dan akar tanaman utama, yang menghasilkan daya hambat yang sangat baik (Susilo *et al.*, 2023c). Organ batang, akar besar, dan akar kecil dari tanaman utama menghasilkan senyawa alelokimia tertinggi dalam sorgum yang diekstrak dari tanaman utamanya.

10.4 Pasca Panen Sorgum

10.4.1 Pasca panen

Sorgum, seperti padi dan jagung, memerlukan pengelolaan pascapanen yang baik agar tidak kehilangan hasil, baik secara kuantitas maupun kualitas karena tercecer atau dimangsa burung. Dalam proses budidaya sorgum, perawatan pasca panen merupakan salah satu tahapan penting yang harus mendapat perhatian sepenuhnya. Untuk membuat produksi gabah sorgum berdaya saing tinggi, teknologi pasca panen yang baik diperlukan, terutama di tingkat petani, meskipun saat ini belum ada standar kualitas untuk perdagangan sorgum. Di Indonesia, orang jarang makan sorgum, meskipun sorgum memiliki nutrisi yang sama dengan beras. Sorgum mengandung banyak asam amino dan mengandung 9-12% protein (Suarni & Patong, 2002). Biji sorgum mengandung senyawa antinutrisi, terutama tanin. Karena informasi dan teknologi pascapanen sorgum yang belum banyak diketahui, tahapan seperti pemanenan, pengeringan kering, sosoh, dan pengawetan harus mendapat perhatian khusus seiring dengan upaya pengembangan sorgum. Waktu tanam dan panen, metode panen, dan perawatan pasca panen adalah semua faktor yang mempengaruhi kualitas dan kuantitas sorgum yang dipanen. Risiko kehilangan hasil akibat serangan hama, khususnya burung meningkat ketika benih sorgum disimpan di lapangan sebelum dikeringkan. Penggunaan alat pengering beras atau jagung untuk mengeringkan sorgum harus disesuaikan karena bentuk morfologi butiran sorgum. Untuk melindungi benih dari serangga, jamur, dan tikus, sistem penyimpanan yang aman juga diperlukan.

10.4.2 Tepung biji sorgum

Sebagai pengganti nasi atau sebagai makanan tambahan, biji sorgum kering dapat digunakan untuk menambah variasi makanan. Menurut Badan Ketahanan Pangan, sorgum adalah salah satu produk yang mendukung diversifikasi pangan nasional. Hasil penelitian dari Balai Penelitian Tanaman Serealia menunjukkan bahwa sorgum, dengan rasa yang dapat diterima konsumen, dapat menggantikan hingga 30% beras (Suarni & Firmansyah 2012). Tepung sorgum memiliki tekstur yang lebih halus daripada tepung maizena dan

hampir mirip dengan tepung terigu. Tepung sorgum juga memiliki beberapa sifat fisikokimia yang mirip dengan gandum. Tepung sorgum dapat digunakan sebagai pengganti gandum dalam berbagai olahan, seperti roti, kue kering, dan kue. Makanan pokok sehari-hari masyarakat pedesaan India adalah roti panggang yang dibuat dari tepung sorgum.

Tepung sorgum dibuat menjadi nasi dengan atau tanpa nasi campur ketika beras tidak tersedia. Namun, setelah beras tersedia sepanjang tahun, makanan yang terbuat dari tepung sorgum mulai ditinggalkan. Dimungkinkan untuk mengubah sorgum sosoh menjadi bubuk. Bubuk ini sangat disarankan sebagai produk setengah jadi karena fleksibel, mudah dicampur, dan diperkaya untuk meningkatkan kualitas nutrisi, tahan lama, dan menghemat ruang penyimpanan dan distribusi (Widowati & Damardjati 2001). Selain itu, sorgum sosoh dapat dibuat menjadi pati. Pembuatan pati sorgum menjadi tepung lebih disarankan daripada pembuatan pati karena metode ekstraksi basah memerlukan air yang lebih banyak daripada pembuatan tepung. Ini karena teksturnya yang unik dan dapat digunakan sebagai pelembut untuk berbagai kue.

Benih sorgum dipilih pada tingkat kematangan terbaik dan dikeringkan hingga kadar air mencapai 14%. Setelah itu, benih dibersihkan dari sekam, daun kering, dan zat lain yang tidak diperlukan. Langkah berikutnya adalah menyosoh kulit biji hingga seluruhnya terkelupas. Biji sorgum yang belum dikupas disebut dhal, dan sorgum biasanya dijual di pasar tradisional. Dhal digiling dengan hammer mill sehingga butirannya terbagi menjadi 3 sampai 4 bagian, yang dikenal sebagai butiran sorgum. Merendam menir sorgum dalam larutan natrium nitrat dengan berat jenis 1,3 untuk memisahkan batang dari endosperma. Ini akan membuatnya mudah untuk mengeluarkan endosperma yang mengapung ke atas. Setelah ditiriskan dan dikeringkan hingga kadar air mencapai 12%, butir sorgum lokal digiling menjadi bubuk dengan ukuran 80 mm.

10.4.3 Prospek Sorgum sebagai Bahan Pangan, Pakan, dan Industri

Produk ini mengandung bahan pangan fungsional dan memiliki nutrisi dasar yang sama pentingnya dengan sereal lainnya. Bergantung pada varietas dan daerah tanam, biji sorgum mengandung

10% protein, 3,5% lemak, dan 73% karbohidrat (Suarni 2004a). Kandungan tanin pada biji sorgum menjadikannya makanan yang tidak sehat. Senyawa polifenol ini memberikan rasa sepat dan warna kusam pada produk olahan. Tanin juga dikenal sebagai antinutrien karena menghambat tubuh untuk mencerna karbohidrat dan protein. Oleh karena itu, penting untuk mendorong manfaat sorgum sebagai bahan pangan, termasuk fungsi pangan yang dilakukan oleh biji-bijianya. Antioksidan, mineral terutama besi, serat, oligosakarida, dan β -glukan banyak ditemukan dalam bahan pangan fungsional yang terbuat dari biji sorgum. Ini termasuk dalam kategori karbohidrat non pati polisakarida (NSP).

Sistem kekebalan tubuh, endokrin, saraf, pencernaan, dan peredaran darah terpengaruh oleh makanan fungsional. Pemanfaatan biji sorgum sebagai ransum ternak dan industri etanol lebih menguntungkan daripada yang telah dikembangkan di negara-negara maju. Untuk membuat etanol, tiga bagian sorgum dapat digunakan: biji-bijian, nira batang, dan ampas tebu (Suarni & Hamdani 2001). Batang sorgum manis yang penuh gula dapat digunakan untuk menghasilkan monosodium glutamat (MSG) dari gula pasir dan molase. Sorgum memiliki banyak keuntungan, termasuk mudah, murah, efektif, dan dapat ditanam di lahan yang sulit. Oleh karena itu, pengembangan sorgum memiliki potensi untuk meningkatkan ketahanan pangan di wilayah yang kekurangan gizi dan pangan fungsional.

Kualitas gizi biji sorgum sebanding dengan beras atau jagung, dengan sedikit lemak tetapi banyak protein. Akibatnya, sorgum digunakan sebagai sumber makanan di lebih dari 30 negara. Selain digunakan sebagai makanan, biji sorgum juga digunakan sebagai bahan industri seperti gula pasir, MSG, asam amino, minuman, dan pakan ternak. Saat ini, sorgum juga digunakan sebagai sumber energi, khususnya sorgum manis. Sorgum biasanya ditanam untuk pakan ternak di Amerika Serikat (University of Arkansas, 1998).

Bubuk sorgum dapat dimanfaatkan langsung atau diolah menjadi berbagai jenis makanan. Beberapa orang mencampurkannya dengan tepung lain karena tidak mengandung gluten. Tepung sorgum dengan cepat diterima masyarakat berkat bantuan para ahli teknologi dan praktisi pangan. Bubuk sorgum juga memiliki kemampuan

mengembangkan yang sangat tinggi dan mudah larut dalam air. Kedua karakteristik ini diperlukan untuk membuat produk makanan yang terbuat dari tepung terigu. Karena lebih praktis dan mudah diolah menjadi berbagai produk makanan ringan, penggunaan sorgum bubuk lebih murah. PT Bogasari mengolah sorgum menjadi tepung dalam skala kecil. Tepung sorgum, yang lebih renyah daripada tepung terigu, juga digunakan oleh salah satu industri makanan di Jakarta. Hewan ternak dapat memakan daun dan batang sorgum karena rasanya yang manis dan renyah. Di Australia, daun dan batang sorgum digunakan untuk pakan ternak, serta sorgum manis (Irawan & Sutrisna 2011). Ayam dan bebek juga bisa makan biji sorgum. Namun, karena kandungan tanin sorgum yang tinggi dapat menghambat pertumbuhan hewan, ada perbedaan pendapat mengenai penggunaan sorgum sebagai pakan ternak (Reddy *et al.*, 2007).

Semua bagian tanaman sorgum, termasuk biji, batang, daun, batang, dan akar, dapat digunakan secara industri. Bioetanol, biomassa, pati, gula pasir, sirup, kerajinan tangan, dan bioherbisida adalah beberapa produk turunannya yang dapat dibuat dari sorgum. Sorgum lebih efektif daripada jagung karena dapat diolah dengan berbagai cara. Berisi tepung, biji sorgum dapat digunakan sebagai bahan baku industri makanan seperti gula pasir, monosodium glutamat (MSG), asam amino, dan minuman. Pati dari biji sorgum juga dapat digunakan sebagai bahan baku untuk berbagai produk industri, seperti perekat, pengental, dan bahan aditif tekstil. Sorgum dapat diolah menjadi makanan manis dan asin, yang merupakan manfaat. Sebagian besar orang mengolah biji sorgum menjadi campuran, sereal, atau susu. Tidak hanya bijinya saja, batang sorgum juga dapat diolah menjadi gula cair, dan juga banyak digunakan sebagai pakan ternak (Kompas, 2018).

10.4.4 Komposisi nutrisi dasar sorgum

Komposisi nutrisi sorgum hampir sama dengan beras, gandum, jagung, dan beras lainnya. Sorgum sebagai bahan pangan memiliki kekurangan karena mengandung antinutrien, terutama senyawa tanin yang menimbulkan rasa astringen pada produk olahannya. Cadangan karbohidrat utama sorgum adalah pati. Dua jenis polimer glukosa yang ditemukan dalam pati adalah amilosa dan amilopektin. Amilosa

adalah polisakarida heliks lurus dengan ikatan α -1,4 glikosidik, dan amilopektin memiliki titik cabang dengan ikatan α -1,6. Rantai amilosa memiliki sekitar 250-350 unit molekul glukosa. Kemampuan pati untuk dihidrolisis oleh enzim pankreas disebut kecenaan pati. Ini menunjukkan jumlah energi yang tersedia pada biji-bijian.

Daya cerna pati sorgum akan meningkat jika biji-bijian diproses dengan cara-cara seperti mengukus, memasak dengan tekanan, mengelupas, menggembungkan, atau memperkecil ukuran pati. Kandungan karbohidrat sorgum lebih rendah (70,7%) dibandingkan biji-bijian lainnya dan paling tinggi pada nasi pecah (76,0%). Kandungan pati sorgum berkisar antara 56 dan 73%, dengan rata-rata 69,5%. Pati sorgum terdiri dari amilosa (20-30%) dan amilopektin (70-80), tergantung pada faktor genetik dan lingkungan. Secara umum, kandungan protein sorgum lebih tinggi dibandingkan jagung, beras pecah, dan millet tetapi lebih rendah dibandingkan gandum. Sorgum juga memiliki kandungan lemak yang lebih rendah dibandingkan jagung, beras pecah, gandum, dan barley. Kandungan protein sorgum lebih rendah daripada beras, millet, dan jagung, tetapi sama dengan jagung dan sebanding dengan kualitas protein gandum. Kandungan asam glutamat tepung terigu lebih tinggi (3,83%) daripada tepung sorgum (1,39-1,58%). Namun, meskipun asam glutamat tidak merupakan asam amino esensial, dan tetap memengaruhi sifat organoleptik produk olahan, terutama rasanya. Hasil pengujian sensoris roti tawar dengan tepung maizena menggantikan gandum hingga 20% menunjukkan hal ini (Suarni & Patong, 2002).

Tepung sorgum memiliki kadar asam amino leusin lebih tinggi daripada terigu (0,88%), dengan kadar 1,31-1,39%, tetapi lisin dalam tepung sorgum hanya 0,16%, lebih rendah dari terigu 0,38%. Dibandingkan dengan gandum (2%) dan beras pecah (2,7%), sorgum mengandung 3,1% lemak, tetapi masih kurang dari jagung (4,6%). Tiga fraksi terdiri dari lemak sorgum: fraksi netral (86,2%), glikolipid (3,1%), dan fosfolipid (0,7%). Hasil penelitian tentang komposisi unsur hara dan tanin beberapa galur atau varietas sorgum. Varietas lokal Batara Tojeng Eja memiliki kandungan protein tertinggi, 7,38 hingga 9,86%, lemak 1,45 hingga 3,80%, karbohidrat 74,5-79,20%, dan tanin 0,30-10,60%. Jenis Kawali dan Numbu lebih mudah diolah karena kurangnya tanin. Kulit biji varietas coklat atau gelap seringkali memiliki tingkat

tanin yang lebih tinggi daripada varietas putih atau terang. Selain mengandung banyak karbohidrat, biji sorgum memiliki banyak nutrisi lainnya yang dapat digunakan sebagai makanan. Di Sulawesi Selatan, ada berbagai jenis lokal seperti Batara Tojeng Eja, Batara Tojeng Bae, Lokal Jeneponto, dan Manggarai/Selayar. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian mengembangkan varietas sorgum pangan berkualitas tinggi, secara khusus Kawali dan Numbu. Vitamin B kompleks banyak ditemukan dalam sorgum. Kadar vitamin B sorgum, terutama niasin, sangat berbeda dari jagung; kandungan tiamin, riboflavin, dan niasin pada sorgum sebanding. Sorgum mengandung lebih banyak riboflavin dibandingkan gandum dan beras, sedangkan kandungan niasinnya sebanding dengan nasi. Keunggulan sorgum adalah kandungan zat besinya yang relatif lebih tinggi dibandingkan biji-bijian lainnya.

10.4.5 Komponen pangan fungsional

Tidak banyak orang yang menggunakan sorgum sebagai sumber makanan fungsional. Sekarang hanya digunakan sebagai bagian dari diversifikasi makanan dan sebagai sumber karbohidrat dalam ransum pakan ternak (Suarni 2004c). Sorgum mengandung banyak serat yang dibutuhkan tubuh, yang membantu mengurangi tekanan darah, gula darah, obesitas, penyakit jantung, kanker usus besar, dan penyakit jantung koroner. Penderita penyakit jantung koroner dapat menggunakan asam empedu untuk mengurangi kadar kolesterol darah.

Meskipun serat tidak dapat diserap dan dicerna oleh sistem pencernaan manusia, serat sangat penting untuk menjaga tubuh sehat, mencegah berbagai penyakit, dan merupakan bagian penting dari terapi nutrisi. Mereka terdiri dari polisakarida yang tidak dapat dicerna, seperti oligosakarida, pektin, selulosa, hemiselulosa, dan lilit. Ada dua jenis serat: serat larut dan serat tidak larut. Serat larut memperlambat pencernaan, membuat Anda kenyang lebih lama, dan mengurangi gula darah. Serat tidak larut melindungi dari penyakit saluran pencernaan seperti wasir, divertikulosis, dan kanker usus besar. Akibatnya, tubuh memerlukan lebih sedikit insulin untuk memasukkan glukosa ke dalam sel dan mengubahnya menjadi energi.

Fungsi ini sangat penting bagi mereka yang menderita diabetes (Astawan & Wresdiyati 2004).

Pengembangan makanan berbasis polisakarida sorgum yang efektif untuk menurunkan kolesterol tampaknya memiliki prospek yang cukup menjanjikan. Sumber serat larut dan tidak larut, serta efeknya terhadap kolesterol, ditemukan dalam studi ini oleh Susilowati *et al.* 2010. Meskipun sorgum mengandung mineral besi dan serat yang diperlukan tubuh, gandum tidak. Selain itu, sorgum mengandung mineral kalsium, fosfor, dan magnesium, yang bertanggung jawab atas pembentukan tulang, membantu pertumbuhan dan kesehatan tulang, dan menjaga detak jantung dan kekuatan tulang dalam batas normal. Jagung memiliki jumlah polifenol yang lebih rendah daripada sorgum.

Kandungan tanin (golongan polifenol) yang tinggi dalam sorgum membuatnya berbahaya untuk digunakan dalam makanan atau pakan ternak. Menurut Narsih *et al.*, (2008), sorgum dengan kandungan tanin paling rendah dibuat dengan perendaman selama 72 jam dan perkecambahan selama 36 jam. Akibatnya, sorgum ini dapat digunakan untuk berbagai jenis makanan. Sayangnya, rasa dan aroma makanan yang diperoleh dari pengolahan tepung primer sederhana dipengaruhi oleh perkecambahan biji sorgum. Antosianin adalah salah satu flavonoid utama yang ditemukan dalam biji sorgum. Antosianin biji sorgum memiliki struktur yang berbeda dari antosianin biasa karena tidak memiliki gugus hidroksil pada cincin karbon (C) nomor 3, yang disebut sebagai 3-deoksiantosianin. Sifat ini menunjukkan bahwa antosianin biji sorgum lebih stabil pada pH tinggi daripada antosianin dari buah atau sayur. Berpotensi menjadi pewarna makanan alami, antosianin yang ditemukan dalam sorgum (Awika & Rooney, 2004).

Sorgum hitam mengandung banyak luteolinidin dan apigeninidin, yang masing-masing menempati 36% hingga 50% dari semua antosianin (Awika & Rooney 2004). Flavonoid, yang merupakan turunan polifenol, melakukan banyak hal untuk menjaga kesehatan, terutama sebagai antioksidan (Wang *et al.*, 1997), menghentikan stenosis arteri (Manach *et al.*, 2005), dan mencegah kanker (Karanova *et al.*, 1990). Akibatnya, tanin bubuk sorgum sangat disarankan untuk dikonsumsi sebagai makanan karena memberikan manfaat kesehatan

lainnya. Makanan berbasis sorgum hanya berisi karbohidrat. Di sisi lain, diharapkan bahwa sorgum ke depannya dapat menjadi bahan pangan fungsional yang penting, memperkuat statusnya sebagai bahan pangan premium. Pasar pangan fungsional Indonesia masih memiliki banyak peluang saat masyarakat beralih ke gaya hidup sehat dan pola makan.

DAFTAR PUSTAKA

- Astawan, M. & T. Wresdiyati. (2004). Diet sehat dengan makanan berserat. Solo: Tiga Serangkai Pustaka Mandiri.
- Awika, J.M. & L.W. Rooney. (2004). Review: sorghum phytochemical and their potential impact on human health. *J. Phytochemistry* 65: 1199-1221.
- Awika, J.M., L.W. Rooney, & R.D. Waniska. (2004). Anthocyanins from black sorghum and their oxidant properties. *J. Food Chemistry* 90:293-301.
- Borrell A.K, G.L. Hammer, & A.C.L. Douglas. (2000). Does maintaining green leaf area in sorghum improve yield under drought? I. Leaf growth and senescence. *Crop Science* 40:1026-1037.
- Borrell, A.K, D.J. Jordan, J. Mullet, R.G. Henzell, & G. Hammer. (2006). Drought adaptation in sorghum. In: J.M. Ribaut (Eds.). Drought Adaptation in Cereals. *Haworth Press Inc*, New York. pp. 335-399.
- BRIN. (2023). Hasil Riset BRIN Ungkap Alasan Produksi Sorgum Menurun. <https://www.brin.go.id/news/117057/hasil-riset-brin-ungkap-alasan-produksi-sorgum-menurun>. Diakses 14 April 2024.
- Chiaramonti, D., G. Grassi, A. Nardi, & H.P. Grimm. (2004). ECHI-T: large bioethanol project from sweet sorghum in China and Italy. *Energia Trasporti Agricoltura*, Florence, Italy.
- Deptan. (1990). Teknologi budidaya sorgum. Departemen Pertanian. Balai Informasi Pertanian Provinsi Irian Jaya. www.pustaka.litbang.deptan.go.id
- Deptan. (2004). Program pengembangan tanaman sorgum. Makalah Sosialisasi Pengembangan Agribisnis Sorgum dan Hermada. Jakarta, 10-11 Okt.
- Faizi, L (2022). 7 Negara Penghasil Sorgum Terbesar di Dunia, Hanya Ada 1 di Asia. SINDOnews.com pada Senin, 12 September 2022 - 15:22 MB. <https://ekbis.sindonews.com/read/882993/34/7-negara-penghasil-sorgum-terbesar-di-dunia-hanya-ada-1-di-asia-1662970181>
- FAO Stat. (2013). Food and Agriculture Organization. Data base: <http://>

- faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor. Statistical Database on Agriculture.
- FAO. (2002). Sweet Sorghum in China. Agriculture and consumer protection, Food agricultural organization of United Nations, Department.
- FAO-Stat. (2016). Sorghum Production Quantity. Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistics. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>.
- Hoeman, S. (2007). Peluang dan potensi pengembangan sorgum. Makalah pada Workshop Peluang dan tantangan sorgum sebagai bahan baku bioetanol. Dirjen Perkebunan, Departemen Pertanian. Jakarta. 10 hal.
- Karinova, M., D. Drenská, & R. Ochrov. (1990). A modification of toxic effects of platinum complexes with anthocyanins. *Eks. Med. Morfol.* 29:19-24.
- Kennedy, D. & J.A. Turner. (2004). Sustainable hydrogen production. *Science* 305(5686):72- 974.
- KOMPAS. (2018). Tanaman Kuno Bagi Masa Depan. Kompas Senin 4 Juni 2018. Halaman 14. http://perpustakaan.menlhk.go.id/pustaka/home/index.php?page=detail_news&newsid=448. Diakses 12 April 2024.
- Mahalakshmi, V. & F.R. Bidinger. (2002). Evaluation of staygreen sorghum germplasm lines at ICRISAT. *Crop Sci* 42:965-974.
- Manach, C., A. Mazur, & A. Scalbert. (2005). Polyphenols and prevention of cardiovascular disease. *Curr Opin Lipidol.* 16:77-84.
- Mudjishihono, R. & D.S. Damardjati. (1987). Prospek kegunaan sorgum sebagai sumber pangan dan pakan. *J. Penelitian dan Pengembangan Pertanian* 6(1): 1-5.
- Narsih, Yunianta, & Harijono. (2008). Studi lama perendaman dan lama perkecambahan sorgum (*Sorghum bicolor* L Moench) untuk menghasilkan tepung rendah tanin dan fitat. *Jurnal Teknologi Pertanian* 9(3):173-180.
- Puspitalova, A. T., & Luthfiana, H. (2023). Asal Usul Sorgum, Sumber Karbohidrat dari Afrika Sejak 8 Ribu Tahun Lalu. <https://travel.tempo.co/read/1757633/asal-usul-sorgum->

- sumber-karbohidrat-dari-afrika-sejak-8-ribu-tahun-lalu
- Reddy B.V.S & R.P. Sanjana. (2003). Sweet sorghum: characteristics and potential. *International Sorghum and Millets Newsletter* 44: 26-28.
- Reddy, B.V.S., S. Ramesh, S.T. Borikar, & H. Sahib. (2007). ICRISAT-Indian NARS partnership sorghum improvement research: strategies and impacts. *Current Science* 92 (7):909-915.
- Rochmadi, I. (2022). Sorgum sebagai Alternatif Pangan. <https://tanamanpangan.pertanian.go.id/detil-konten/iptek/130>. Diakses 14 April 2024.
- Salisbury, F.B. & C.W. Ross. (1992). Plant physiology (4th edition), *Wadsworth Publishing, Belmont, California*.
- Sanchez, M. (2007). Latin America: the persian gulf of biofuels? The Washington Post Company, USA.
- Stenhouse, J.W. & J.L. Tippayaruk. (1996). Sorghum bicolor. p. 130-136. In: Gruber, G.J.H. and S. Partohardjono (Eds.). Plant resources of South East Asia No. 10. Cereals. Backhuys Pub., Leiden, The Netherlands.
- Suarni & H. Subagio. (2013). Prospek pengembangan jagung dan sorgum sebagai sumber pangan fungsional. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian* 32(3):47-55.
- Suarni & M. Hamdani. (2001). Potensi dan penurunan kuantitas kandungan gula nira beberapa varietas sorgum manis setelah panen. Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Sumber daya Alam untuk Mencapai Produktivitas Optimum. Unila. Bandar Lampung.
- Suarni & R. Patong. (2002). Tepung sorgum sebagai bahan substitusi terigu. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 21(1):43-47.
- Suarni. (2004a). Evaluasi sifat fisik dan kandungan kimia biji sorgum setelah penyosohan. *Stigma XII* (1):88-91.
- Suarni. (2004b). Pemanfaatan tepung sorgum untuk produk olahan. *J. Penelitian dan Pengembangan Pertanian*. 23(4): 45-151.
- Suarni. (2004c). Pemanfaatan tepung sorgum untuk produk olahan. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian* 23(4):145-151.
- Sugeng. (2023). Hasil Riset BRIN Ungkap Alasan Produksi Sorgum Menurun. <https://www.brin.go.id/news/117057/hasil-riset-brin-sugeng>

- ungkap-alasan-produksi-sorgum-menurun. Diakses 14 April 2024.
- Susila AD, Kartika JG, Prasetyo T, & Palada MC. (2010). Fertilizer recommendation: correlation and calibration study of soil P test for yard long bean (*Vigna unguilata* L.) on ultisols in Nanggung-Bogor. *Jurnal Agronomi Indonesia*. 38(3): 225–231.
- Susilo, E, Handayani, S, Kinata, A, Pujiwati, H, & Rita, W. (2023b). The Potential of Leaf Organs from Sorghum Ratoon Plants Cultivated in Inceptisol Land as Organic Herbicides. *International Journal of Integrative Sciences*, 2(5), 691-700.
- Susilo, E, Novita, D, Togatorop, E R, Raisawati, T, Handayani, S, Kinata, A, & Pujiwati, H. (2023c). Opportunities of Water Extracts of Sorghum Main and Ratoon Plants with Their Organs as Bioherbicides. *International Journal of Integrative Sciences*, 2(3), 393-404.
- Susilo, E, Parwito, P., Sari, D. N, Togatorop, E R, Raisawati, T., Handayani, S., & Pujiwati, H. (2022). Potensi Batang Ratum Tanaman Sorgum Terfermentasi yang Diproduksi di Lahan Rawa sebagai Bioherbisida. In *Prosiding Seminar Nasional Perlindungan Tanaman* (pp. 42-47).
- Susilo, E, Setyowati, N, Nurjanah, U, & Muktamar, Z (2021c). Sorghum germination inhibition using its water extract cultivated in swampland with different irrigation patterns. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 694, No. 1, p. 012027). IOP Publishing.
- Susilo, E, Setyowati, N, Nurjanah, U, Riwandi, R, & Muktamar, Z (2023a). Inhibition of seed germination under water extracts of sorghum (*Sorghum bicolor* L) and its ratoon cultivated in swamp land. *International Journal of Agricultural Technology*, 19(3), 1337-1346.
- Susilo, E, Setyowati, N, Nurjannah, U, & Muktamar, Z (2021d). Effect of Swamp Irrigation Pattern and Sorghum Extract Concentration on Sorghum Seed Sprout. In *3rd KOBI Congress, International and National Conferences (KOBICINC 2020)* (pp. 19-25). Atlantis Press.
- Susilo, E, Setyowati, N, Nurjannah, U, & Riwandi Muktamar, Z. (2021b).

- The inhibition of seed germination treated with water extract of sorghum (*Sorghum bicolor*, L) cultivated in histosols. *International Journal of Agricultural Technology*, 17(6), 2385-2402.
- Susilo, E, Setyowati, N, Nurjannah, U, Pujiwati, H, Riwandi, R, & Muktamar, Z (2023d). Potensi Sumber Ekstrak dari Tanaman Sorgum (*Sorghum bicolor* L) yang Berbeda Sebagai Bioherbisida.
- Susilo, E, Setyowati, N, Nurjannah, U, Riwandi, R, & Muktamar, Z (2021a, December). Penghambatan Perkecambahan Akibat Aplikasi Ekstrak dari Tanaman Utama dan Ratun Sorgum (*Sorghum bicolor* L) yang Diproduksi di Lahan Rawa. In *Seminar Nasional Lahan Suboptimal* (Vol. 9, No. 2021, pp. 426-434).
- Susilowati, A, Aspiyanto, S. Moemiat, & Y. Maryati. (2009). Pengembangan pangan fungsional berbasis sorgum (*Sorghum bicolor* L) untuk antikolesterol. <http://www.lipi.go.id/www.cgi/depan>. Diakses 1/12/2012.
- Sutrisno, E (2022). Menjadikan Sorgum sebagai Alternatif Gandum. <https://indonesia.go.id/kategori/editorial/5603/menjadikan-sorgum-sebagai-alternatif-gandum?lang=1>. Diakses 14 April 2024.
- University of Arkansas. (1998). Grain sorghum production handbook. Guidelines and recommendations are based upon research. The Arkansas Corn and Grain Sorghum Promotion Board.
- Vries, S.C. de, K.E. Giller, M.K. van Ittersum, & G.W.J. van de Ven. (2010). Resource use efficiency and environmental performance of nine major biofuel crops, processed by first-generation conversion techniques. *Biomass and Bioenergy* 34(5): 588-601.
- Wang, H, G. Cao, and R.L. Proir. (1997). Oxigen radical absorbing capacity of anthocyanins. *J. Agric. Food. Chem.* 45:304-309
- Widowati, S., D.S. Damardjati, & Y. Marsudiyanto. (1996). Pemanfaatan sorgum sebagai bahan baku industri brem padat. *Risalah Simposium Prospek Tanaman Sorgum untuk Pengembangan Agroindustri. Balitkabi. Malang*.

BIODATA PENULIS



Dr. Nurhayati, S.TP, M.Si

Lahir di Lumajang Jawa timur, menjadi salah satu lulusan cumlaude S-1 Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember tahun 2001, dan bergelar M.Si dan Dr. Ilmu Pangan pada tahun 2007 dan 2012 dari Institut Pertanian Bogor.

Profesinya pada tahun 2001-2002 sebagai guru mental aritmatika dan asisten dosen STIPER Jember, selanjutnya sebagai Staf Laboran Rose Brand PT. Alu Akasara Pratama tahun 2003-2004, dan per Desember 2023 memiliki SK Pengangkatan CPNS dosen THP FTP UNEJ. Nurhayati telah mengembangkan beberapa teknologi pangan dan hasil pertanian yang mendapatkan (*granted*) paten. Hobinya berbisnis komoditas hasil pertanian beserta olahan nya sesuai kompetensi keilmuannya. Beberapa karya buku nya berISBN yang diterbitkan UNEJ Press yaitu: Buku Ajar (Teknologi Pengolahan Komoditas Perkebunan Hulu: Rempah; Teknologi Pangan Lokal Terfermentasi; Teknologi Pengolah-an Hulu Kelapa); Buku Teks (Mie Lethok Bendo ISBN; Teknoekonomi Pengolahan Limbah Pisang; Dasar Kewirausahaan bagi Mahasiswa Pangan dan Hasil Pertanian); dan Buku Referensi Profil Usaha 10 Konglomerat Indonesia. Buku Teks lainnya pada tahun 2024 diterbitkan dan dikomersialkan bersama HIE Publishing dan Penerbit Azzia. Silahkan dapatkan manfaat dari buku-buku tersebut untuk kemaslahatan. Teriring doa dan munajat syukur kepada Allah S.W.T. atas *Satu Karya Lagi Bagimu Negeri Kami Mengabdi*.

BIODATA PENULIS



Prof. Dr. Sri Widowati, MAppSc

Peneliti pada Pusat Riset Agroindustri, ORPP-BRIN
Dosen Magister Teknologi Pangan, Universitas Djuanda, Bogor

Penulis lahir di Magelang, Jawa Tengah pada November 1959. Penulis adalah Peneliti pada Pusat Riset Agroindustri, Organisasi Riset Pertanian dan Pangan, BRIN, juga sebagai Dosen Pascasarjana Prodi Magister Teknologi Pangan, Universitas Djuanda, Bogor. Penulis menyelesaikan pendidikan S1 dari Jurusan Pengolahan Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, UGM, S2 Food Technology dari The University of New South Wales, Australia, dan S3 Prodi Ilmu Pangan, IPB. Bidang penelitian yang ditekuni meliputi pascapanen dan diversifikasi pangan, pangan fungsional serta agroindustri. Pengalaman membimbing mahasiswa S1, S2, S3 dari berbagai Perguruan Tinggi serta melakukan pendampingan/pembinaan industri/UMKM pangan. Karya tulis yang dihasilkan lebih dari 225 publikasi dalam bentuk jurnal, prosiding, buku, monograf dan tulisan semi/populair. Penulis dapat dihubungi melalui e-mail: swidowati_bbpp09@yahoo.co.id

BIODATA PENULIS



Dr. Cynthia Gracia Christina Lopulalan, SP, M.Si
Dosen Program Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian,
Universitas Pattimura

Penulis lahir di Namlea, P.Buru, tanggal 25 Maret 1980. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Pattimura. Penulis menyelesaikan pendidikan S1 pada Program Studi Agronomi, Fakultas Pertanian, Unpatti, S2 pada Program Studi Ilmu Pangan Fakultas Teknologi Pertanian, IPB dan S3 pada Program studi Ilmu Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian UGM. Penulisan buku ini merupakan pengalaman berharga bagi penulis. Beberapa artikel telah penulis hasilkan dan dipublish di jurnal nasional maupun internasional bereputasi.

Penulis dapat dihubungi melalui e-mail: cynthiagraciacl@gmail.com

BIODATA PENULIS



Prof. Dr. Ir. I Ketut Budaraga, MSi. CIRR

Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat
Universitas EkaSakti.

Prof. Dr. Ir. I Ketut Budaraga, MSi. CIRR lahir di Desa Bulian Kecamatan Kubutambahan Kabupaten Buleleng Provinsi Bali pada tanggal 22 Juli 1968. Menamatkan SD No.1 Bulian tahun 1982, SMP 1 Singaraja tahun 1984. SMA Lab Unud Singaraja tahun 1987. Melanjutkan ke Fakultas Pertanian Universitas Mataram tahun 1987 dan tamat 1992. Melanjutkan pendidikan S2 tahun 1995 Ke Pasca sarjana program studi Teknik Pasca Panen IPB tamat 1998. Diberikan kesempatan lanjut ke S3 Ilmu pertanian tamat tahun 2016. Diangkat sebagai Dosen PNSD di Kopertis Wilayah X Padang di tempatkan di Fakultas Pertanian Universitas EkaSakti pada Program Studi Teknologi Hasil Pertanian. Pernah menjabat mulai wakil Wakil dekan III Fakultas Pertanian Universitas EkaSakti, Wakil Dekan 1 Fakultas Pertanian Universitas EkaSakti, Dekan Fakultas Pertanian Universitas EkaSakti, sekarang diberikan kepercayaan sebagai Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas EkaSakti. Terhitung mulai tanggal 1 Agustus 2023 diberikan kepercayaan oleh pemerintah menjadi guru besar bidang ilmu Teknologi Pengolahan. Punya semboyan hidup kembali ke alam (*back to nature*), banyak kajian-kajian yang sudah dipublikasi dijurnal Internasional terindeks scopus, jurnal nasional terindeks sinta seperti pemanfaatan hasil samping kelapa menjadi produk yang memiliki nilai tambah, penggunaan pengawet alami asap cair pada pengolahan pangan, serta pengolahan

pangan yang lain seperti pengolahan pisang, pembuatan keju cottage dengan penggumpal alami. Selama ini sudah pernah memperoleh paten sederhana pada tahun 2010 tentang kompor briket tahan panas, Pada tahun 2022 memperoleh paten sederhana berjudul Keju Cottage Dari Susu Sapi Dengan Penambahan Belimbing Wuluh. Informasi lebih lanjut bisa menghubungi email iketutbudaraga@unespadang.ac.id.

BIODATA PENULIS



Dr. Erismar Amri, S.Si., M.Si.
Dosen Program Studi Biologi Terapan
Fakultas Sains dan Teknologi Universitas PGRI Sumatera Barat

Penulis lahir di Bukittinggi tanggal 28 Mei 1982. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Biologi Terapan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas PGRI Sumatera Barat. Menyelesaikan pendidikan S1 Biokimia dan S2 Ilmu Pangan di IPB dan melanjutkan S3 Kimia di Unand. Penulis menekuni bidang Biokimia Pangan dan Gizi serta Biokimia Farmasi dan Kosmetik.

Penulis dapat dihubungi melalui e-mail: erismar82@gmail.com

BIODATA PENULIS



Dr. Chatarina Lilis Suryani, S.TP, MP

Dosen Program Studi Teknologi Hasil Pertanian
Fakultas Agroindustri, Universitas Mercu Buana Yogyakarta

Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Teknologi Hasil Pertanian dan Program Studi Magister Ilmu Pangan, Fakultas Fakultas Agroindustri, Universitas Mercu Buana Yogyakarta. Menyelesaikan pendidikan S1 Program Studi Teknologi Industri Pertanian UGM, dan S2 Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan dan S3 Program Studi Ilmu Pangan, UGM. Penulis mengajar pada bidang ilmu dan teknologi pangan antara lain mata kuliah HACCP, Penjaminan Mutu Pangan, Perencanaan Diet, dan Rancangan Percobaan, serta banyak melakukan penelitian khususnya pengembangan pangan fungsional berbasis pangan local, klorofil dan rempah-rempah. Saat ini penulis merupakan anggota PATPI dan PERGIZI Pangan. Penulis dapat dihubungi melalui e-mail: chlilis@mercubuana-yogya.ac.id.

BIODATA PENULIS



Dr. Santi Dwi Astuti, STP., M.Si.
Dosen Program Studi Teknologi Pangan
Jurusan Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian
Universitas Jenderal Soedirman

Penulis lahir di Purwokerto, tanggal 23 April 1978. Penulis adalah dosen tetap di Program Studi Teknologi Pangan Universitas Jenderal Soedirman (UNSOED) dan mengampu mata kuliah seperti Pengetahuan Bahan Pangan, Teknologi Pengolahan Pangan, Pengembangan Produk Pangan, Pangan Fungsional, Bahan Tambahan Pangan, Teknologi Pengolahan Buah dan Sayur, dan Evaluasi Sensori. Penulis menyelesaikan studi S1 di Program Studi Teknologi Hasil Pertanian UNSOED pada Tahun 2000. Penulis menyelesaikan studi S2 dan S3 di Program Studi Ilmu Pangan IPB pada Tahun 2010 dan Tahun 2017. Saat ini, penulis menjabat sebagai Koordinator Pusat Inovasi dan Hilirisasi LPPM UNSOED. Bidang kajian riset dan hilirisasi riset penulis adalah terkait pengembangan produk pangan lokal fungsional, khususnya dari komoditas umbi-umbian, buah-buahan, dan rempah-rempah. Penulis menuangkan hasil riset dan pengalaman hilirisasi riset melalui artikel yang dipublikasi di jurnal, buku, dan *book chapter*. Beberapa buku yang telah diterbitkan diantaranya adalah Ilmu Bahan Pangan dan Teknik Evaluasi Sensori Produk Pangan yang diterbitkan oleh Hei Publishing.

Penulis dapat dihubungi melalui e-mail: santi.astuti@unsoed.ac.id

BIODATA PENULIS



Dr. Ir. Herlina, MP., IPM.

Dosen pada Program Studi Teknologi Hasil Pertanian Fakultas
Teknologi Pertanian Universitas Jember

Lahir di Desa Rambigundam, Kecamatan Rambipuji Jember Jawa Timur. Lulus S-1 dengan gelar Ir dari Fakultas Pertanian Universitas Jember, S-2 dengan gelar MP. dari Fakultas Teknologi Pertanian UGM Yogyakarta, dan S-3 dengan gelar Dr. dari Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya, serta pada Tahun 2021 mendapatkan gelar vokasi (IPM) dari Institut Pertanian Bogor.

Penulis sejak 1993 hingga saat ini menjadi staf pengajar pada Program Studi Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember. Penulis merintis karier kewirausahaan sejak kuliah S-1 dan hingga saat ini banyak inovasi produk yang sudah dikembangkan di antaranya adalah gula kelapa beryodium, aneka pangan olahan berbasis bawang hitam (black garlic), aneka pangan olahan berbahan baku umbi gembili dan serbuk daun kelor.

Penulis berharap dengan terbitnya buku ini menjadikan inspirasi bagi pembaca untuk sukses meniti karier berwirausaha. Semoga buku ini mendapatkan ridho dari Allah S.W.T. Amiin.

BIODATA PENULIS



Nurma Handayani, S.TP, M.P
Dosen Program Studi Agribisnis Fakultas Pertanian
Universitas Lumajang

Penulis dilahirkan di Kabupaten Lumajang sekitar 33 tahun yang lalu. Gelar S.TP diraih dari Prodi Teknologi Hasil Pertanian Universitas Jember (Tahun 2014), dan gelar M.P diperoleh dari Magister Teknologi Agroindustri Universitas Jember (Tahun 2021). Pengalaman penulis sebagai Staf R&D PT. Sentra Pangan Utama selama hampir 4 tahun (2015- 2018). Selepas menempuh magister hingga kini mengabdi sebagai dosen pada Universitas Lumajang. Beberapa karya telah dihasilkan berupa publikasi ilmiah pada jurnal/prosiding nasional maupun internasional bereputasi, serta teknologi tepat guna. Terus berusaha, berdoa dan bertawaqal dalam menjemput cita-cita dan impian, demikianlah slogannya. Penulis dapat dihubungi melalui e-mail: handayani.nurma317@gmail.com

BIODATA PENULIS



Dr. Edi Susilo, SP., M.Si
Dosen Program Studi Agroteknologi
Fakultas Pertanian Universitas Ratu Samban

Penulis lahir di Ngawi tanggal 12 April 1977. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Ratu Samban. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Program Studi Agronomi Jurusan Budidaya Pertanian Universitas Djuanda Bogor tahun 2000 dan melanjutkan S2 pada Program Studi Agronomi Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor (IPB) Tahun 2004. Melanjutkan S3 pada Program Studi Ilmu Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu Tahun 2023. Penulis menekuni bidang Ilmu Gulma, Pangan Alternatif atau Fungsional, dan Pertanian Organik khususnya Potensi Pengembangan Tanaman Sorgum di Lahan Marginal : Kajian Alelopati Sebagai Bioherbisida. Penulis dapat dihubungi melalui e-mail: susilo_agr@yahoo.com