

**KARAKTERISTIK TEPUNG SORGUM (*Sorghum Bicolor L. Moench*)  
*PALE YELLOW* HASIL PERSILANGAN F3 DARI VARIETAS  
BIOGUMA 1 DAN GANDO KETA**

**SKRIPSI**

**Alif Nasruddin Al mursyid  
062119082**



**PROGRAM STUDI KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS PAKUAN  
BOGOR  
2024**

**KARAKTERISTIK TEPUNG SORGUM (*Sorghum Bicolor L. Moench*)  
*PALE YELLOW* HASIL PERSILANGAN F3 DARI VARIETAS  
BIOGUMA 1 DAN GANDO KETA**

**SKRIPSI**

Skripsi Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk  
Memperoleh Gelar Sarjana pada Program Studi Kimia  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Pakuan

**Alif Nasruddin Al mursyid**  
**062119082**



**PROGRAM STUDI KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS PAKUAN  
BOGOR  
2024**

## LEMBAR PENGESAHAN

Judul Skripsi : Karakteristik Tepung Sorgum (*Sorghum Bicolor L. Moench*) Pale Yellow Hasil Persilangan F3 dari Varietas Bioguma 1 dan Gando Keta'  
Nama : Alif Nasruddin Al mursyid  
NPM : 062119082

Skripsi ini Telah Diperiksa dan Disetujui  
Bogor, Maret 2024

Pembimbing I



(Dr. Diana Widiastuti, M.Phil.)

Pembimbing II



(Dr. Heny Herawati, STP.MT.)

Mengetahui,

Ketua Program Studi



(Dr. Ade Heri Mulyati, M.Si.)

Dekan FMIPA



(Asep Denih, S.Kom., M.Sc., Ph.D.)

## RIWAYAT HIDUP



Alif Nasruddin Al mursyid, dilahirkan di Lamongan pada tanggal 10 Februari 2001. Anak pertama dari pasangan Bapak Nastain FA dan Ibu Tutik Aisyah. Mulai memasuki pendidikan formal pada tahun 2007 di MI Ihyaul Ulum Sugihwaras dan lulus pada tahun 2013, melanjutkan pendidikan di MTS Ihyaul Ulum Sugihwaras pada tahun 2013 dan lulus tahun 2016, kemudian melanjutkan pendidikan menengah umum di MA Fathul Hidayah Pangean pada tahun 2016 dan lulus tahun 2019. Pada tahun 2019 melanjutkan pendidikan di Program Studi Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Pakuan Bogor, lulus pada bulan Januari tahun 2024. Pada akhir pendidikannya, penulis melakukan penelitian dengan judul “Karakteristik Tepung Sorgum (*Sorghum Bicolor L. Moench*) Pale Yellow Hasil Persilangan F3 dari Varietas Bioguma 1 dan Gando Keta” dibawah bimbingan ibu Dr. Diana Widiastuti M.Phil dan ibu Dr. Heny Herawati, STP.MT.

## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Alif Nasruddin Al mursyid  
NPM : 062119082  
Judul Skripsi : **Karakteristik Tepung Sorgum (*Sorghum Bicolor L. Moench*)  
*Pale Yellow* Hasil Persilangan F3 dari Varietas Bioguma 1  
dan Gando Keta**

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi ini merupakan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli saya sendiri. Saya tidak mencantumkan tanpa pengakuan bahan-bahan yang telah dipublikasikan sebelumnya atau ditulis oleh orang lain, atau sebagai bahan yang pernah diajukan untuk gelar atau ijazah pada Universitas Pakuan atau perguruan tinggi lainnya.

Apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Pakuan.

Demikian pernyataan ini saya buat.

Bogor, Maret 2024

Yang membuat pernyataan,



Alif Nasruddin Al mursyid

**PERNYATAAN MENGENAI TUGAS AKHIR DAN SUMBER  
INFORMASI SERTA PELIMPAAHAN HAK CIPTA DAN PATEN**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Alif Nasruddin Al mursyid

NPM : 062119082

Judul Skripsi : Karakteristik Tepung Sorgum (*Sorghum Bicolor L. Moench*)  
*Pale Yellow* Hasil Persilangan F3 Dari Varietas Bioguma 1 Dan  
Gando Keta

Dengan ini saya menyatakan bahwa tugas akhir diatas adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi manapun.

Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam daftar pustaka di bagian akhir tugas akhir ini. Dengan itu saya melimpahkan hak cipta karya tulis saya kepada Universitas Pakuan.

Bogor, Maret 2024

Yang menyatakan,



Alif Nasruddin Al mursyid

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya panjatkan atas ke hadirat Allah SWT karena atas rahmat dan hidayah-Nya saya dapat menyusun dan menyelesaikan Skripsi ini. Shalawat serta salam semoga selalu tercurah kepada junjungan alam Nabi Muhammad SAW. Skripsi berjudul “Karakteristik Tepung Sorgum (*Sorghum Bicolor L. Moench*) *Pale Yellow* Hasil Persilangan F3 dari Varietas Bioguma 1 dan Gando Keta”. Penulisan skripsi ini bertujuan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains Program Studi Kimia Fakultas Matematikadan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Pakuan, Bogor.

Pada kesempatan kali ini saya ingin mengucapkan terimakasih kepada semua pihak khususnya:

1. Bapak Asep Denih, S.Kom., M.Sc., Ph.D. selaku Dekan FMIPA Universitas Pakuan Bogor.
2. Ibu Dr. Ade Heri Mulyati, M.Si selaku Ketua Program Studi Kimia FMIPA Universitas Pakuan Bogor dan selaku dosen wali akademik.
3. Ibu Dr. Diana Widiastuti, M.Phil dan Ibu Dr. Heny Herawati, STP.MT. selaku Pembimbing 1 dan 2 yang selalu memberi masukan dan arahan selama melakukan penelitian ini.
4. Seluruh Dosen FMIPA Universitas Pakuan Bogor atas ilmu yang telah diberikan dan seluruh Staf Tata Usaha FMIPA Universitas Pakuan Bogor atas kemudahan dan bantuan yang diberikan.
5. Kedua orang tua Bapak Nastain FA dan Ibu Tutik Aisyah yang telah mendidik, mendukung dan selalu mendoakan penulis sehingga dapat menempuh dan menyelesaikan studi dan juga adik Rizky Alifiyah Salsabilla yang selalu memberi warna dan keceriaan selama proses penyusunan tugas akhir dan seluruh keluarga yang selalu memberikan doa dan dukungan baik moral maupun materil.
6. Teman-teman seperjuangan khususnya Kimia 2019 Reguler yang selalu memberi motivasi dan saling membantu dalam penyusunan tugas akhir.
7. Rekan-rekan Himpunan Mahasiswa Kimia FMIPA Universitas Pakuan Bogor yang selalu mewarnai kegiatan penulis.

8. Anggota kost muslim [rb.gy/6h1s5v](https://www.instagram.com/rb.gy/6h1s5v) yang telah berbagi tawa, haru dan keseruan pada setiap pagi, siang dan malam penulis.
9. Chelsea *football club* yang menjadi tontonan favorit penulis setelah mengerjakan revisi hingga larut malam.
10. Seluruh pihak yang namanya tidak bisa disebutkan satu persatu atas bantuan dan dukungannya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu diperlukan kritik dan saran yang membangun supaya tercapainya kesempurnaan pada skripsi ini. Semoga dengan adanya skripsi ini dapat bermanfaat untuk segala pihak khususnya dalam bidang ilmu kimia dan umumnya untuk semua pihak yang membacanya.

Bogor, Maret 2024



Penulis



**Alif Nasruddin Al mursyid. 062119082. “Karakteristik Fisiko Kimia Tepung Sorgum (*Sorghum Bicolor L. Moench*) Pale Yellow Hasil Persilangan F3 Dari Varietas Bioguma 1 dan Gando Keta”. Dibawah bimbingan Dr. Diana Widiastuti, M.Phil dan Ibu Dr. Heny Herawati, STP.MT.**

---

## **RINGKASAN**

Sorgum merupakan tanaman sereal penting untuk mendukung program ketahanan pangan, mempunyai peran untuk mengatasi masalah krisis pangan di masa mendatang, salah satu tanaman sereal yang sedang dikembangkan di Indonesia adalah sorgum karena memiliki nilai gizi yang tinggi dan dapat beradaptasi luas di lahan suboptimal seperti lahan kering.

Penelitian dimulai dengan persilangan Bioguma 1 (sifat pera) dan Gando Keta (sifat pulen) (F1), dari persilangan tersebut dihasilkan 14 tanaman (F2), lalu menghasilkan 50 tanaman yang mempunyai warna berbeda-beda (F3), dimana 24 tanaman memiliki warna yang mirip dengan indukannya (F2) yaitu kuning muda. Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan karakteristik fisika kimia dari 24 tanaman F3 yang diharapkan bersifat pulen. Biji sorgum yang sudah kering dihaluskan hingga menjadi tepung. Kemudian diuji fisik dan kimianya, meliputi uji densitas, uji warna, kadar lemak, protein, abu, air, tanin, pati dan amilosa.

Dari 24 sampel yang dianalisis sampel yang memiliki kadar air terendah pada sampel nomor 21 (5,58%), Pada kadar abu terendah sampel nomor 19 (1,06%), Pada protein tertinggi nomor 20 (8,64%), Pada lemak terendah nomor 18 (4,36%), Pada karbohidrat tertinggi nomor 15 (81,80%), Pada pati tertinggi nomor 24 (65,13%), Pada amilosa terendah nomor 22 (14,23%) dan Pada tanin terendah nomor 9 (0,17%). Hasil penelitian ini dapat digunakan untuk memodifikasi atau memperbaiki keturunan persilangan sorgum untuk dijadikan tepung yang lebih pulen.

**Kata kunci :** Sorgum, Persilangan, Tepung, Pulen dan Amilosa

*Alif Nasruddin Al murshid. 062119082. "Chemical Physical Characteristics of Sorghum (Sorghum Bicolor L. Moench) Pale Yellow Flour from F3 Crosses of Bioguma 1 and Gando Keta Varieties". Under the guidance of Dr. Diana Widiastuti, M.Phil and Dr. Heny Herawati, STP.MT.*

---

## **SUMMARY**

*Sorghum is an important cereal crop to support food security programs, has a role to overcome the problem of food crisis in the future, One of the serelia crops being developed in Indonesia is sorghum because it has high nutritional value and can adapt widely in suboptimal land such as dry land.*

*The research began with the crossing of Bioguma 1 (firm properties) and Gando Keta (fluffy properties) (F1), from the cross produced 14 plants (F2), then produced 50 plants that had different colors (F3), of which 24 plants had a color similar to the parent (F2) which was light yellow. The purpose of this study was to determine the physico-chemical characteristics of the 24 F3 plants which is expected to be fluffy. Dried sorghum seeds were pulverized into flour. Then the physical and chemical tests were carried out, including density test, color test, fat content, protein, ash, water, tannin, starch and amylose.*

*The 24 samples analyzed, samples had the lowest water content at number 21 (5.58%), at the lowest ash content number 19 (1.06%), at the highest protein number 20 (8.64%), at the lowest fat number 18 (4.36%), at the highest carbohydrate number 15 (81.80%), at the highest starch number 24 (65.13%), at the lowest amylose number 22 (14.23%) and at the lowest tannin number 9 (0.17%). The results of this study can be used to modify or improve the offspring of sorghum crosses to make fluffier flour.*

**Keywords:** *Sorghum, Crosses, Flour, Pulpy and Amylose*

## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR .....	v
RINGKASAN .....	vii
<i>SUMMARY</i> .....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tujuan Penelitian .....	2
1.3 Manfaat Penelitian .....	2
1.4 Hipotesis Penelitian.....	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1 Sejarah Sorgum ( <i>Sorghum bicolor L.</i> ) .....	3
2.2 Klasifikasi Sorgum ( <i>Sorghum bicolor L.</i> ).....	3
2.3 Morfologi Sorgum ( <i>Sorghum bicolor L.</i> ).....	4
2.4 Syarat Tumbuh Sorgum ( <i>Sorghum bicolor L.</i> ) .....	8
2.5 Karakteristik Sorgum ( <i>Sorghum bicolor L.</i> ) .....	9
2.6 Kandungan Gizi Sorgum ( <i>Sorghum bicolor L.</i> ).....	11
2.7 Derajat Putih.....	12
2.8 Pati .....	12
2.9 Air .....	14
2.10 Abu.....	15
2.11 Protein .....	16
2.12 Lemak.....	17
2.13 Amilosa .....	17
2.14 Tanin .....	18
BAB III BAHAN DAN METODE.....	20
3.1 Waktu Dan Tempat Penelitian .....	20

3.2	Alat dan Bahan.....	20
3.3	Pengambilan Sampel.....	20
3.4	Pembuatan Tepung.....	20
3.5	Pemilihan Sampel .....	21
3.6	Analisis Karakteristik Fisik Tepung Sorgum.....	21
3.6.1	Analisis Warna Tepung.....	21
3.6.2	Analisis Densitas.....	21
3.7	Analisis Karakteristik Kimia Tepung Sorgum.....	21
3.7.1	Kadar Pati Dengan Metode Luff Schroll .....	21
3.7.2	Kadar Air .....	22
3.7.3	Kadar Abu .....	22
3.7.4	Kadar Protein .....	23
3.7.5	Kadar Lemak .....	24
2.7.6	Amilosa .....	25
3.7.7	Tanin .....	25
	<b>BAB IV PEMBAHASAN.....</b>	<b>27</b>
4.1	Karakteristik Fisik Tepung Sorgum.....	29
4.2	Karakteristik Kimia Tepung Sorgum.....	32
4.2.1	Air .....	33
4.2.2	Abu.....	34
4.2.3	Protein .....	36
4.2.4	Lemak.....	37
4.2.5	Pati .....	38
4.2.6	Amolisa .....	40
4.2.7	Tanin .....	42
4.2.8	Karbohidrat .....	44
	<b>BAB V KESIMPULAN.....</b>	<b>45</b>
5.1	Kesimpulan .....	45
5.2	Saran.....	45
	<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>46</b>
	<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>51</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Susunan Cabang pada Bunga Sorgum .....	6
Gambar 2. Bentuk Malai Sorgum .....	6
Gambar 3. Bagian-Bagian pada Raceme Bunga Sorgum .....	6
Gambar 4. Biji Sorgum dan Bagiannya .....	7
Gambar 5. Struktur 3-deoksiantosianin .....	11
Gambar 6. Monomer $\alpha$ -D-glukosa dan $\beta$ -D-glukosa .....	13
Gambar 7. Struktur ikatan $\alpha$ -1,6-glikosidik .....	14
Gambar 8. Spektrofotometri UV-Vis.....	19
Gambar 9. Diagram Alir Persilangan .....	28
Gambar 10. Warna Tepung Sorgum .....	30

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Kriteria Kesesuaian Lahan untuk Sorgum .....	8
Tabel 2. Karakteristik Tetua Sorgum.....	27
Tabel 3. Densitas.....	29
Tabel 4. Derajat Putih .....	31
Tabel 5. Karakteristik 24 Tepung Sorgum.....	33

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Diagram Alir Penelitian.....	51
Lampiran 2. Prosedur Kerja.....	52
Lampiran 3. Tabel Karakteristik Tepung.....	77
Lampiran 4. Gambar 24 Sampel.....	87

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Masalah diversifikasi saat ini mempunyai kaitan erat akan ketergantungan masyarakat pada beras dan terigu. Dengan semakin pesatnya pertumbuhan penduduk Indonesia, maka kebutuhan akan pangan pun semakin meningkat. Jika pasokan beras atau gandum terganggu, konsumsi pangan dapat meningkat dan ketahanan pangan masyarakat lokal dapat terganggu. Fakta ini menunjukkan bahwa hanya mengandalkan beras dan gandum sebagai bahan baku sangat berbahaya bagi ketahanan pangan nasional. Kemudian dilakukan upaya untuk mengembangkan pangan alternatif berbasis umbi-umbian, buah pohon dan biji-bijian sangatlah penting. Salah satu bahan biji-bijian yang dapat dijadikan bahan pangan adalah sorgum. Solusi lain terhadap masalah kekurangan pangan baik beras maupun gandum adalah dengan menggantinya dengan sorgum (Suarni, 2004).

Sorgum (*Sorghum bicolor L. Moench*) adalah tanaman pangan pokok kelima setelah padi, gandum, jagung, dan jelai dan merupakan makanan pokok bagi lebih dari 750 juta orang di daerah tropis semi-kering di Afrika, Asia, dan Amerika Latin (Reddy, 2007). Konsumsi biji sorgum di Afrika umum terjadi pada olahan roti, bubur dan lain-lain (Dicko *et al.*, 2006). Sorgum adalah bahan pangan pelengkap nasi yang memiliki manfaat yang sama dengan bahan pangan lain seperti beras, jagung, dan gandum. Sorgum memiliki kandungan protein paling tinggi dari segi kandungan gizi dibandingkan beras dan sumber pangan lain seperti singkong, jagung, dan beras. Sorgum juga memiliki kandungan mineral seperti kalsium, besi, dan fosfor yang lebih tinggi daripada beras. Manfaat sorgum pada tubuh untuk dapat memperbaiki kesehatan pencernaan dan jantung (Suarni, 2002).

Hingga akhir tahun 2022, sebanyak 27 varietas sorgum telah dilepas oleh Menteri Pertanian. NTT memiliki luas pertanian terbesar, yang mencakup lebih dari 60% dari luas pertanian Indonesia. Luas pertanian provinsi lain seperti Jawa Timur, Jawa Barat, Jawa Tengah, Sulawesi Tenggara, dan NTB hanya mencakup 3-10% dari luas pertanian negara. 14 populasi sorgum F2 yang diuji berasal dari



persilangan antara varietas “Bioguma I Agritan” yang merupakan varietas baru sorgum manis berdaya hasil tinggi dengan kualitas makan sedang (Lestari *et al.*, 2019), dengan sorgum lokal Barat. Varietas sorgum Nusa Tenggara Gando Keta yang adaptif terhadap kekeringan (Fitrahtunnisa, 2020).

Persilangan antara Bioguma 1 dan Gando Keta ini salah satunya dilakukan untuk memperbaiki karakteristik pada sorgum yang memiliki sifat pera dengan cara dilakukan persilangan pada Gando Keta yang memiliki karakteristik seperti ketan. Pada hasil varietas antara Bioguma 1 atau Gando Keta diperoleh 14 jenis tanaman secara morfologi Bioguma 1 berwarna putih dan Gando Keta berwarna merah kecoklatan. Pada setiap jenis tanaman terdapat 100 tanaman yang disilangkan dengan F3 berdasarkan biji > 100 gram/tanaman dan didapatkan 50 sampel tanaman. Dalam pemuliaan tanaman, kegiatan seleksi sangat penting untuk menentukan karakter yang diinginkan (Wirnas *et al.*, 2020).

### **1.2 Tujuan Penelitian**

Menentukan karakteristik fisika kimia dari 24 batang sorgum *pale yellow* hasil persilangan antara Bioguma 1 dan Gando Keta (F3).

### **1.3 Manfaat Penelitian**

Hasil dari penelitian yang dilakukan ini diharapkan mampu memberikan informasi mengenai karakteristik tepung sorgum *pale yellow* hasil persilangan F3 antara Bioguma 1 dan Gando Keta.

### **1.4 Hipotesis Penelitian**

Adapun hipotesis pada penelitian ini, yaitu setiap tanaman mempunyai karakteristik tertentu yang sesuai dengan tetuanya.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Sejarah Sorgum (*Sorghum bicolor L.*)**

Sorgum merupakan tanaman asli Afrika, beberapa varietas aslinya antara lain Durra Putih, Durra Coklat, Kafir Putih, Kafir Merah dan Milo. Sorgum masuk ke Indonesia sekitar tahun 1925 dan sampai saat ini sorgum belum banyak ditanam di Indonesia (Mudjisihono dan Suprpto, 1987).

Menurut Bouman (1985), sorgum telah ditanam di Tiongkok selama lebih dari 5.000 tahun, dan saat ini, roti yang mengandung sorgum merupakan makanan terpenting di sebagian besar wilayah kering di Afrika dan Asia. Sorgum mempunyai berbagai nama umum, yaitu Sorgum di Amerika dan Australia, Durra di Afrika, Jowar di India, Bachanta di Ethiopia dan Cantel di Jawa (Hoeman, 2007).

Dalam sistem klasifikasi tumbuhan, sorgum termasuk dalam filum angiospermae, yaitu tumbuhan dengan angiospermae; Kelas Monokotil merupakan jenis tumbuhan berbiji satu dalam sub kelas Liliopsida; Ordo Poales dicirikan oleh tumbuhan perdu dengan siklus hidup tahunan atau musiman; Famili Poaceae atau Gramineae merupakan tumbuhan mirip rumput dengan ciri khas batang silindris dengan ruas berwarna cerah; dan genus sorgum (Tjitrosoepomo, 2000).

#### **2.2 Klasifikasi Sorgum (*Sorghum bicolor L.*)**

Sorgum (*Sorghum bicolor L. Moench*) merupakan tanaman padi-padian yang sangat cocok sebagai sumber pangan dan pakan alternatif untuk dikembangkan di Indonesia. Sorgum mempunyai beberapa keunggulan antara lain kemampuannya tumbuh di lahan kering, risiko kegagalan yang relatif rendah, kandungan nutrisi yang sangat tinggi, ketahanan terhadap hama dan penyakit yang relatif tinggi, serta modal pertanian yang relatif rendah. Batang dan daun sorgum dapat dimanfaatkan sebagai pakan ternak sedangkan bijinya dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan pangan (Tacoh *et al.*, 2016).

Taksonomi sorgum diklasifikasikan sebagai berikut :

Kingdom : *Plantae*

Class : *Monocotyledoneae*

Ordo : *Poales*

Family : *Poaceae*

Sub family : *Panicoideae*

Genus : *Sorghum*

Species : *bicolor* (Iriani dan Mangkulawu, 2013)

Genus *Sorghum* terdiri dari 20 atau 32 spesies asli Afrika Timur, termasuk satu spesies asli Meksiko. Tanaman ini ditanam di Eropa Selatan, Amerika Utara, Amerika Tengah, dan Asia Selatan. Di antara spesies sorgum, *Sorghum bicolor L* adalah yang paling tersebar luas. Morfologi sorgum meliputi akar, batang, daun, pucuk, bunga, dan biji (Puslitbang Tanaman Pangan Dinas Pertanian, 2014).

### **2.3 Morfologi Sorgum (*Sorghum bicolor L.*)**

Morfologi sorgum menurut Haryono (2013) meliputi akar, batang, daun, tunas, bunga, dan biji. Malai sorgum memiliki tangkai yang tegak atau melengkung, berukuran panjang atau pendek dan berbentuk kompak sampai terbuka (Dicko *et al.*, 2006).

Sorgum merupakan tanaman menyerbuk sendiri dengan peluang menyerbuk silang sekitar 6%. (Poehlman dan Sleper, 1995). Sorgum merupakan tanaman biji berkeping satu, terdiri Akar tunggang pada pangkal ruas pertama pangkal batang, akar sekunder, dan akar cadangan terdiri dari akar tajuk (akar yang tumbuh ke atas pangkal batang) dan akar udara (akar yang tumbuh di lantai pangkal batang). Sorgum menghasilkan dua kali lebih banyak akar sekunder daripada jagung. Salah satu jenis tumbuhan monokotil yang memiliki sistem perakaran serabut adalah sorgum (Haryono, 2013)

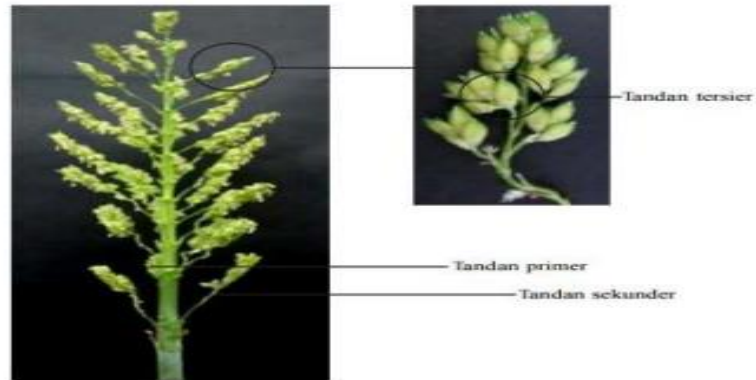
Batang sorgum tersusun atas ruas serta tidak terdapat kambium. Pada bagian tengah batang terdapat selubung pembuluh darah yang dilapisi lapisan keras. Bentuk batang sorgum mempunyai luas 0,5 cm sampai 5,0 cm pada bagian pangkalnya. Tinggi batang bervariasi antara 0,5 m hingga 4,0 m tergantung varietasnya, dan bagian tengah batang sorgum umumnya lebih panjang dan

seragam dibandingkan bagian bawah dan atas tanaman. Ruas terpanjang merupakan ruas terakhir, yaitu bagian atas tanaman, dan berbentuk paku. Permukaan batang sorgum mirip dengan tebu, hanya saja pada bagian ujung batangnya dilapisi lapisan lilin yang tebal. Lapisan lilin tertinggi terletak pada sisi atas daun dan mempunyai fungsi meredam transpirasi sehingga sorgum dapat bertahan terhadap kekeringan. Ruas-ruas batang sorgum berbentuk pipih dengan ruas-ruas tempat tumbuhnya akar dan tunas penyangga (Harino, 2013)

Ruas gemmiferous batang sorgum memiliki satu mata tunas di setiap ruas, yang dapat tumbuh sebagai anakan atau cabang. Tunas yang tumbuh di ruas yang berada di atas batang akan tumbuh sebagai anakan, sedangkan tunas yang tumbuh di ruas yang berada di bawah batang akan tumbuh sebagai cabang. Pertumbuhan tunas atau anakan sorgum bergantung pada varietas dan lingkungannya. Pada suhu di bawah 180 derajat Celcius, anakan muncul pada fase pertumbuhan daun ke-4 hingga ke-6 (Haryono, 2013). Dengan berbagai warna yang luas, biji sorgum dapat berwarna putih, kuning, merah, coklat, dan ungu. Ketebalan, warna testa, tekstur, dan warna endosperm membentuk 82% dari komposisi biji sorgum (Hahn dan Rooney, 1985)

Sorgum memiliki daun berbentuk pita dengan struktur helaian daun dan tangkai daun. Pada posisi sebaliknya, daun tersebar di sepanjang batang, dan pangkal daun menempel pada ruas batang. Rata-rata panjang daun sorgum adalah 1 meter, dengan lebar bervariasi antara 10 hingga 15 sentimeter dan 5 hingga 13 sentimeter. Daun muda kaku dan tegak serta cenderung menggulung seiring bertambahnya usia tanaman. Permukaan daun mengkilap dengan lapisan lilin (Harino, 2013).

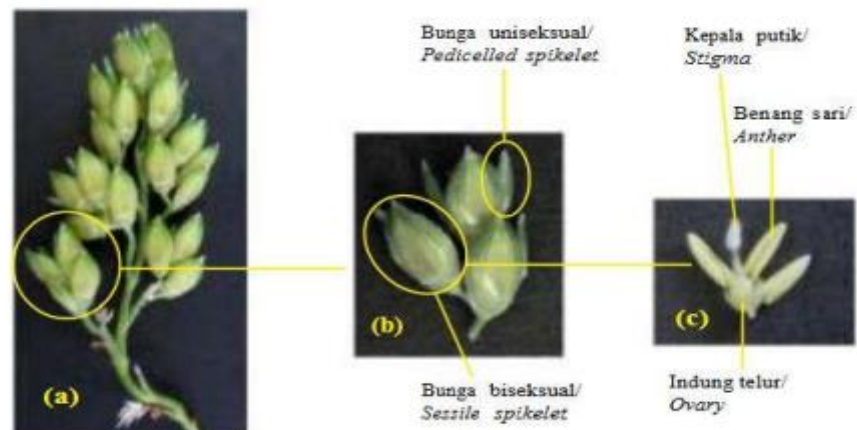
Bunga pada sorgum memiliki tipe malai yang lapisan bunganya berada pada tangkai. Bunga pada sorgum mempunyai tangkai malai, malai, rangkaian bunga, dan bunga. Lebih rinci disajikan pada Gambar 1, 2, dan 3.



Gambar 1. Susunan Cabang pada Bunga Sorgum



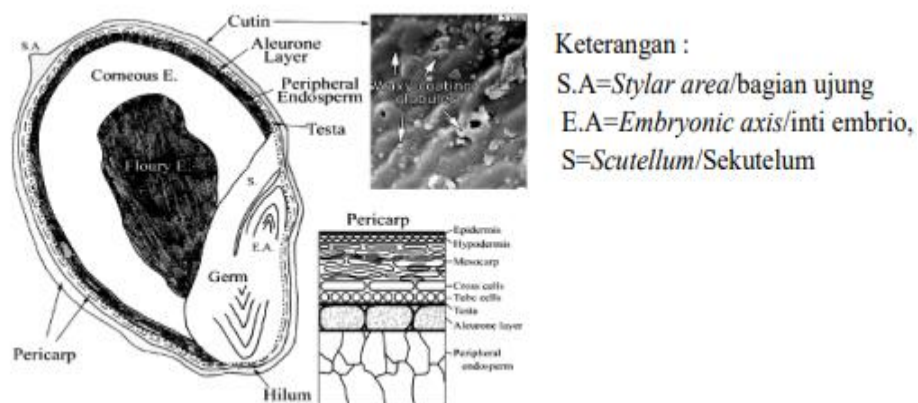
Gambar 2. Bentuk Malai Sorgum



Gambar 3. Bagian-bagian pada raceme bunga sorgum: (a) raceme, (b) spikelet, (c) bunga biseksual/hermaprodit

Malai sorgum terdiri dari ikatan primer, ikatan sekunder, dan ikatan tersier (Gambar 1). Tergantung pada panjang tongkol, panjang rumbai, jarak percabangan rumbai, dan kepadatan bulir, percabangan malai menjadi semakin rapat ke arah atas sehingga membentuk kelompok-kelompok yang lepas (Gambar. 2). Ukuran malai bervariasi, rata-rata panjang 4 cm hingga 50 cm dan lebar 2 cm hingga 20 cm. Rangkaian bunga (cluster) adalah kumpulan bunga pada suatu dahan. Rasema umumnya terdiri dari satu atau lebih bulir, dan setiap bulir memiliki dua jenis bunga: bunga biseksual pada bulir sessile dan bunga berkelamin tunggal pada bulir pedunculate. kecuali spikelet yang terletak di ujung, yang biasanya terdiri dari dua bunga berkelamin tunggal (spikelet bertangkai) (Gambar 3) (Balai Penelitian Gandum, 2013)

Biji sorgum termasuk dari tanaman yang mempunyai bentuk fisik bulat dengan berat 25 mg - 55 mg. Butiran biji sorgum berukuran 4,0 mm x 2,5 mm x 3,5 mm. Lebih rinci disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Biji Sorgum dan Bagiannya  
(Balai penelitian tanaman serealia, 2013)

Mengacu pada Gambar 4, sorgum dibagi menjadi tiga kelompok berdasarkan bentuk dan ukurannya: biji kecil (8 mg hingga 10 mg), biji sedang (12 mg hingga 24 mg), dan biji besar (25 mg hingga 35 mg). Biji sorgum ditutupi cangkang berwarna coklat muda, krem, atau putih, tergantung varietasnya. Biji sorgum terdiri dari tiga bagian utama: lapisan luar, embrio, dan endosperm (Balai Penelitian Gandum, 2013)

## 2.4 Syarat Tumbuh Sorgum (*Sorghum bicolor L.*)

Sorgum merupakan tanaman tahunan yang mudah tumbuh dan mudah beradaptasi. Tanaman tersebut dapat berproduksi meski lahan tidak subur, ketersediaan air terbatas, dan input rendah. Kriteria kesesuaian lahan untuk tanaman sorgum dapat dilihat pada Tabel 1

Ciri lahan yang dikelompokkan berdasarkan kualitas	Kelas kesesuaian lahan			
	Sangat sesuai (S1)	Sesuai (S2)	Kurang sesuai (S3)	Tidak sesuai (S4)
<b>Suhu</b>				
Rata-rata suhu tahunan (C)	27-32	33-37 26-18	38-40 17-15	>40 <15
<b>Ketersediaan air</b>				
Bulan-bulan kering(<75mm)	4-8	8,1-8,5 4,1-2,5	8,6-9,5 2,4-1,5	>9,5 <1,5
Rata-rata curah hujan tahunan (mm) bahwa	600-1500	1500-2000 600-400	2000-4000 400-250	>4000 <250
<b>Perakaran</b>				
Kelas drainase tanah	Agar baik, Baik	Agak berlebihan	Jelek Agak jelek	Sangat jelek Berlebihan
Tekstur (pemukaan)	Lempung Liat berpasir Lempung berdebu	Lampung Berpasir Liat berpasir	Pasir Berlempung Liat berdebu liat	Berkerikil Liat Berpasir
Kedalaman perakaran	>66	40-59	20-39	<20
<b>Daya serap hara</b>				
KTK me/100 g tanah	>sedang	Rendah	Sangat rendah	Sangat rendah
Ph lapisan atas	6,0-7,5	7,6-8,0	8,1-9,0	>9,0
Ph lapisan bawah	5,9-5,5	5,4-5,0	<5,0	
<b>Ketersediaan unsur hara</b>				
Total N	>sedang	Rendah	Sangat rendah	Sangat rendah
P2O3	>tinggi	Sedang	Rendah	Sangat rendah
K2O	>rendah	Tinggi		

Tabel 1. Kriteria Kesesuaian Lahan untuk Sorgum

(Tabri dan Zubachtirodin, 2013)

Berdasarkan Tabel 1 dijelaskan bahwa sorgum dapat ditanam di lahan yang kesuburannya rendah hingga tinggi asalkan tanahnya cukup dalam (15 cm atau lebih). Sorgum beradaptasi dengan baik pada tanah dengan pH antara 6,0 dan 7,5. Agar produksi sorgum berhasil, curah hujan yang ideal adalah 50 mm hingga 100 mm per bulan, diikuti masa kering 2,0 hingga 2,5 bulan setelah tanam. Namun sorgum dapat tumbuh dan berproduksi dengan baik meskipun pada daerah dengan curah hujan tinggi selama tahap pertumbuhan hingga panen. Sorgum cocok dibudidayakan di daerah dengan suhu tinggi di atas 20°C dan udara kering. Pada daerah adaptasi terbaik untuk sorgum adalah dataran rendah dengan ketinggian 1 m hingga 500 m di atas permukaan laut. Daerah dengan kabut terus-menerus dan sinar matahari yang terik tidak bermanfaat bagi sorgum. Musim panen sorgum diperpanjang di dataran tinggi di atas 500 meter di atas permukaan laut (Tabri dan Zubachtirodin, 2013)

## **2.5 Karakteristik Sorgum (*Sorghum bicolor L.*)**

Sorgum termasuk dalam satu keluarga dengan biji-bijian lain, seperti beras, jagung, dan gandum. Sorgum memiliki biaya produksi rendah, masa tanam pendek (100–110 hari), dan mampu beradaptasi dengan iklim kering. Sorgum memiliki banyak nutrisi. Sorgum memiliki komposisi kimia dan nutrisi yang sama dengan biji-bijian lainnya (Fitriani, 2016).

Secara taksonomi tumbuhan ini termasuk dalam famili besar Poaceae, dan sering disebut juga dengan tumbuhan Poaceae/herba. Sistem akar dalam berserat yang luas dan lapisan lilin terletak di permukaan daun, memastikan sorgum dapat menyerap dan memanfaatkan air secara efisien (Rifa'I *et al.*, 2015). Suhu optimum untuk pertumbuhan adalah 25-30°C dan kelembaban relatif 20-40%. Sorgum juga tidak terlalu sensitif terhadap pH tanah, namun pertumbuhan sorgum yang baik memerlukan pH antara 5,5 sampai 7,5. Berat biji bervariasi antara 8 mg dan 50 mg, dengan berat rata-rata 28 mg. Biji sorgum dapat digolongkan menjadi biji kecil (8–10 mg), sedang (12–24 mg), dan besar (25–35 mg) berdasarkan bentuk dan ukurannya. Rata-rata tinggi sorgum mencapai 2,6-4 meter (Suarni, 2004).

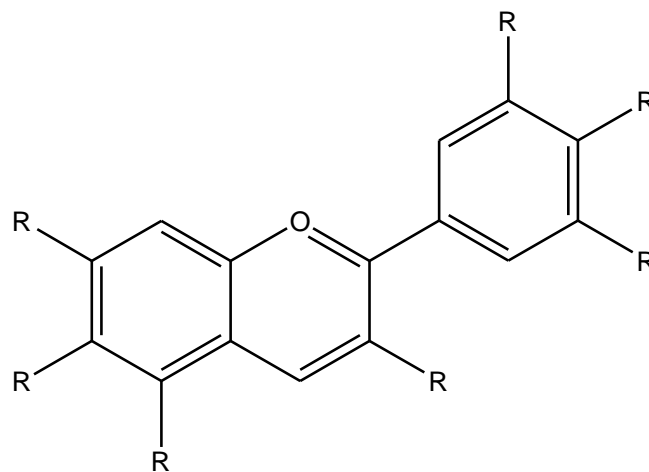
Batang dan daun sorgum sama seperti jagung. Daun sorgum berbentuk lurus dan memanjang. Biji sorgum mempunyai ujung berbentuk kerucut dan diameter 2



mm. Komposisi kimia dan nutrisinya mirip dengan gandum dan biji-bijian lainnya. (Suarni, 2004). Pada saat benih memasuki tahap kematangan fisiologis, hilus menjadi gelap/hitam. Mesocarp merupakan lapisan tengah, sangat tebal, poligonal, dan mengandung sedikit partikel pati. Endokarp terdiri dari sel melintang dan sel tubular, dan endokarp memiliki kulit biji dan aleuron. Senyawa fenolik terkandung pada lapisan ini (Adriani dan Isnaini, 2013).

Sebagian besar, pati biji sorgum terdiri dari bagian endosperm. Berdasarkan kandungan amilosanya, biji sorgum dapat diklasifikasikan menjadi jenis berat dan jenis ketan. Variasi padi rata-rata memiliki kandungan amilosa 25%, sedangkan varietas ketan memiliki kandungan 2%. Kandungan lemak biji sorgum utuh adalah sekitar 3,60, dengan konsentrasi tertinggi terdapat pada porsi fasilitas. Berbagai jenis asam lemak ditemukan dalam biji sorgum, termasuk asam linoleat (33–49%), asam oleat (30–45%), dan asam palmitat (11–13) (Adisty, 2006).

Meskipun lemak biji sorgum bermanfaat bagi manusia dan hewan, mereka juga dapat menyebabkan rasa tidak enak pada makanan. Proses ekstraksi pelarut dapat digunakan untuk menghilangkan lemak ini. Protein tubuh dan endosperm adalah dua kategori protein yang ditemukan dalam biji sorgum. Prolamin adalah jenis protein utama sorgum (sekitar 32,6–58,8% dari total protein), tetapi sorgum juga mengandung glutelin (19,0–37,4%), albumin (1,3–7,7%), dan globulin (2,0–9,3%). Sorgum tidak memiliki glutenin atau gliadin, protein yang dapat membentuk gluten, seperti gandum. Antosianin, sebuah antioksidan, ditemukan dalam tepung sorgum. Salah satu jenis flavonoid yang ditemukan pada biji sorgum adalah antosianin. Struktur senyawa biji sorgum berbeda dari antosianin lainnya karena tidak memiliki gugus hidroksil pada cincin karbon (C). Ini disebut sebagai 3-deoksiantosianin.



Gambar 5. Struktur 3-deoksiantosianin

Sifat khusus ini membuat antosianin pada sorgum lebih stabil pada pH tinggi daripada pada buah dan sayur, yang dapat berfungsi sebagai pewarna makanan alami. (Awika dan Rooney, 2004).

Apigenidin dan luteolinidin adalah dua antosianin yang ditemukan pada sorgum (Awika *et al.*, 2004). Sorgum hitam mengandung konsentrasi tertinggi dari kedua antosianin ini (36-50%). Antosianin terdiri dari flavonoid atau turunan polifenol yang memiliki manfaat kesehatan seperti efek antioksidan.

## 2.6 Kandungan Gizi Sorgum (*Sorghum bicolor L.*)

Setiap bagian biji sorgum mengandung komponen nutrisi yang berbeda-beda. Endosperma merupakan mayoritas (82%) biji sorgum dan mempunyai kadar pati tertinggi. Sedangkan biji sorgum merupakan bagian dari biji sorgum yang kaya akan nutrisi berupa protein, lemak, abu, dan serat, namun rendah pati. Kandungan pati biji sorgum Kandungan pati setiap bagian biji sorgum dapat dilihat pada tabel di atas. Pati mengandung dua jenis zat: amilosa dan amilopektin.

Biji sorgum ada dua jenis tergantung kandungan amilosanya. Artinya, varietas beras ketan dari varietas mengandung sekitar 1–2% amilosa, dan varietas beras mengandung sekitar 25% amilosa. Beras jenis sorgum sering digunakan sebagai nasi campur, dan jenis ketan sorgum biasa digunakan sebagai makanan ringan seperti lempah, jada, ketupat, dan lenginan (Agroinovasi Badan Libang Pertanian, 2011).

## 2.7 Derajat Putih

Warna merupakan salah satu penampilan pada suatu produk yang seringkali menentukan tingkat penerimaan konsumen terhadap produk tersebut secara keseluruhan. Koordinat (a) merupakan salah satu parameter warna yang mengindikasikan warna merah dan hijau. Derajat putih menjadi salah satu parameter fisik yang penting untuk mengidentifikasi warna tepung. Perbedaan nilai derajat putih dipengaruhi oleh reaksi pencoklatan yang terjadi selama pengeringan (Darmawan *et al.*, 2013).

Nilai L merupakan parameter kecerahan dengan warna kromatik 0 adalah hitam sampai 100 adalah putih. Nilai a menunjukkan adanya warna kromatik campuran warna merah dan hijau dengan nilai a+ (positif) yakni 0-100 berwarna merah dan a- (negatif) yakni 0-(-80) berwarna hijau. Nilai b menunjukkan warna kromatik campuran warna biru dan kuning dengan nilai b+ (positif) yakni 0-70 yakni berwarna kuning dan b- (negatif) yakni 0-(-70) berwarna biru.

Derajat putih menunjukkan kemampuan bahan untuk memantulkan cahaya yang mengenai bahan tersebut. Semakin tinggi nilai derajat putih maka semakin putih warna tepung yang dihasilkan. Pengukuran warna tepung sangat diperlukan karena warna dapat mempengaruhi kenampakan produk akhir yang dihasilkan. Beberapa faktor yang mempengaruhi warna tepung adalah warna asal umbi, lama proses pengeringan, suhu pemanasan dan proses fermentasi. (Ayetigbo *et al.*, 2018)

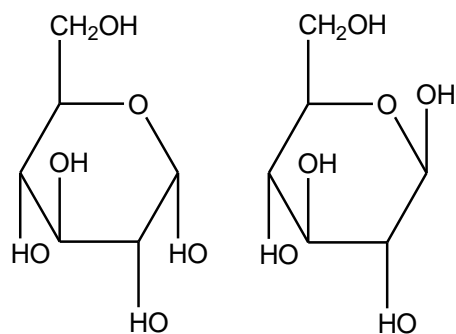
## 2.8 Pati

Amilum merupakan penyusun untuk memenuhi kebutuhan nutrisi. Zat ini digunakan untuk sumber energi bagi manusia di seluruh dunia dan menyumbang sekitar 80% sumber pati. Saat ini, secara global industri makanan memproduksi sekitar 50 juta ton padi pertahun, dengan tingkat pertumbuhan sebesar 7,7% per tahun. Perkembangan produksi pati global yang dilakukan oleh industri makanan modern mendorong berbagai pemangku kepentingan untuk mempertimbangkan kembali sumber polisakarida ini. (Dedi Nofiandi, 2017).

Selain nasi, jagung, dan kacang-kacangan yang mengandung pati, buah-buahan seperti mangga muda juga mengandung pati. Buah-buahan hijau dan mentah seperti mangga dan pisang mengandung pati yang tinggi, hingga 70% dari

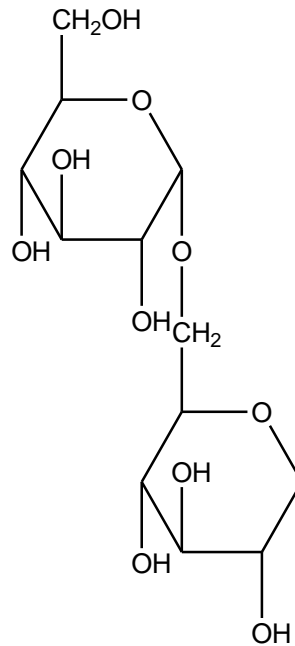
berat keringnya. Atas dasar ini, manga dapat digunakan sebagai sumber pati alternatif baru selain jagung, gandum, dan beras (Roy Wistler, 2012). Di bidang farmasi, pati digunakan sebagai bahan tambahan. Pati digunakan dalam bidang farmasi atau industri sebagai bahan pengisi, penghancur, atau pengikat dalam pembuatan formulasi tablet. Namun pati berbentuk bubuk halus, dan pati dalam keadaan aslinya tidak memiliki daya alir dan kompresibilitas yang baik, sehingga tidak dapat digunakan untuk membuat tablet cetak langsung. (Winarno, 2008).

Pati terdiri dari dua kelompok makromolekul: amilosa dan amilopektin. Kedua makromolekul ini berperan penting dalam sifat fisik, kimia, dan fungsional pati. Amilosa dan amilopektin tersusun dari monomer  $\alpha$ -D-glukosa yang dihubungkan satu sama lain melalui ikatan glikosidik.



Gambar 6. Monomer  $\alpha$ -D-glukosa dan  $\beta$ -D-glukosa

Rasio amilosa terhadap amilopektin bervariasi tergantung pada sumber pati. Kandungan amilopektin umumnya lebih tinggi dibandingkan kandungan amilosa (70-80%). Amilosa terdiri dari molekul glukosa yang dihubungkan oleh ikatan  $\alpha$ -1,4-glikosidik untuk membentuk homopolimer linier. Molekul amilosa terdiri dari 200 hingga 20.000 unit glukosa dalam bentuk heliks. Di sisi lain, molekul amilopektin membentuk struktur bercabang di sebelah ikatan  $\alpha$ -1,6-glikosidik. Amilopektin terdiri dari lebih dari 2 juta unit glukosa, membentuk struktur bercabang setiap 20 hingga 30 unit glukosa (Andarwulan, 2011).



Gambar 7. Struktur ikatan  $\alpha$ -1,6-glikosidik

Karbohidrat polisakarida bereaksi dengan larutan yodium menghasilkan warna tertentu tergantung pada jenis karbohidratnya. Amilosa yang mengandung iodium menjadi biru, amilopektin yang mengandung iodium menjadi ungu kemerahan, dan glikogen serta dekstrin yang mengandung iodium menjadi coklat kemerahan (Sudarmadji, 2003). Winarno (2004) menjelaskan dalam Wulandari (2012) bahwa kombinasi pati dan iodium (I<sub>2</sub>) menghasilkan warna biru. Sifat ini dapat digunakan untuk menganalisis keberadaan pati. Hal ini disebabkan oleh struktur heliks molekul pati yang bergabung dengan molekul yodium membentuk warna biru. Saat esens dipanaskan, heliks meregang dan melepaskan molekul yodium hingga warna biru menghilang.

## 2.9 Air

Sutardi (2009) menyatakan bahwa bahan pakan pada dasarnya terdiri dari air dan bahan kering yang dipanaskan hingga suhu 105°C. Bahan kering tersebut dapat dipisahkan menjadi abu dan bahan organik melalui pembakaran pada suhu 500 °C. Bahan organik tersebut dapat dipisahkan menjadi komponen nitrogen, dihitung sebagai protein, menggunakan metode Kjeldahl, dan sisanya menjadi bahan organik bebas nitrogen. Bahan organik yang tidak mengandung N dapat dipisahkan menjadi

karbohidrat dan lemak. Selain itu, karbohidrat dapat dipisahkan menjadi serat kasar dan ekstrak tanpa menggunakan nitrogen.

Kadar air merupakan kadar air suatu bahan dan dapat dinyatakan berdasarkan berat dasar atau berat kering. Walaupun kadar air berat basah mempunyai batas maksimum teoritis sebesar 100%, namun kadar air berat kering dapat melebihi 100% (Syarif dan Halid, 1993). Kadar air memainkan peran penting, dan selain suhu, aktivitas air juga memainkan peran unik dalam proses pembusukan dan pembusukan. Kerusakan pangan umumnya disebabkan oleh proses mikrobiologi, kimia, enzimatis, atau kombinasi ketiganya. Meskipun ketiga proses ini memerlukan air, kini diketahui bahwa hanya air bebas yang dapat membantu proses tersebut berlangsung (Tabrani, 1997).

Winarno (2004) menyatakan bahwa kadar air bahan pangan menentukan daya terima, kesegaran, dan ketahanan terhadap serangan mikroba. Hal ini dinyatakan sebagai  $A_w$ , yaitu jumlah air bebas yang tersedia untuk pertumbuhan mikroba. Kadar air bahan pakan dapat ditentukan dengan memanaskannya sampai suhu 105°C. Bahan kering dihitung sebagai selisih antara 100% pakan yang dipanaskan hingga ukuran tertentu dan persentase kadar air (Hafez, 2000).

## **2.10 Abu**

Abu utuh adalah residu yang dihasilkan saat bahan organik dibakar yang terdiri dari senyawa anorganik seperti oksida, garam, dan mineral. Jumlah abu yang terkandung dalam produk sangat kecil. Kandungan mineral dalam pakan diwakili oleh kadar abu pakan, yang berkisar antara 3 dan 7% (Winarno, 1997). Tujuan analisis abu adalah untuk membedakan zat organik dan anorganik pada bahan pakan, dan kandungan mineral pada bahan pakan ditunjukkan. Menurut Cherney (2000), mineral yang larut dalam deterjen dan yang tidak larut dalam deterjen membentuk abu. Protein kasar, lemak kasar, ekstrak kasar, dan ekstrak bebas nitrogen adalah komponen organik bahan pakan. Karra (2007) mengatakan bahwa oven dapat mencapai suhu 400-600 °C, dan Halim (2006) mengatakan bahwa ketika oven dipanaskan, bahan anorganik yang tersisa.

## 2.11 Protein

Ada dua cara untuk melakukan analisis protein: secara langsung dengan menggunakan bahan kimia khusus yang membentuk protein; atau, secara tidak langsung, dengan menghitung jumlah nitrogen yang terkandung dalam bahan. (Sudarmadji, 1989). Tentang Metode Kjeldahl Metode Kjeldahl telah menjadi metode yang terkenal dan diterima secara umum untuk analisis protein dalam berbagai makanan dan produk jadi sejak abad ke-19. Metode Kjeldahl adalah metode tidak langsung untuk mengukur kadar protein dengan mengukur kandungan N pada zat yang disebut protein kasar (Sumantri, 2013). Prinsip proses Kjeldahl adalah bahwa senyawa yang mengandung nitrogen dioksidasi menjadi amonia, yang kemudian bereaksi dengan asam pekat untuk membentuk garam amonium. Setelah menambahkan basa, didistilasi dengan asam, dan dititrasi untuk menghitung jumlah N yang dikonversi, suasana reaksi kemudian dinetralkan.

Metode spektrofotometri penentuan kadar protein dengan menggunakan instrumen dibagi menjadi dua yaitu: 1) metode pengukuran langsung pada panjang gelombang 205 nm dan 280 nm dan 2) metode pembentukan warna dengan pereaksi tertentu. Reagen Biuret Prinsip kuantifikasi protein pada metode Biuret adalah  $\text{Cu}^{2+}$  membentuk kompleks dengan ikatan peptida (-CO-NH-) protein dalam kondisi basa sehingga menghasilkan warna ungu sehingga mengubah kandungan protein dalam sampel. Dapat diukur dengan menggunakan spektrofotometer. Protein standar yang digunakan harus memiliki kemurnian tinggi, karena pemilihan protein standar dapat menyebabkan kesalahan analisis yang sangat besar. Standar bovine serum albumin umumnya digunakan untuk analisis protein (Budianto, 2009).

Titration formol melibatkan penetralan larutan protein dengan basa (NaOH) dan kemudian menambahkan formalin untuk membentuk dimetilol. Pembentukan dimetilol mengikat gugus amino dan tidak mempengaruhi reaksi antara asam (gugus karboksil) dan basa NaOH, sehingga titrasi dapat diselesaikan secara akurat. Indikator yang digunakan adalah fenolftalein. Ketika titrasi selesai, warnanya berubah menjadi merah muda, namun warnanya tidak hilang bahkan setelah 30

detik. Titrasi formol ini hanya cocok untuk menentukan proses terjadinya degradasi protein dan kurang cocok untuk kuantifikasi protein. (Sudarmadji, 1989).

Pada metode Dumas sampel dioksidasi pada suhu sangat tinggi (700-900°C). Hasil oksidasi menghasilkan gas O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> dan CO<sub>2</sub>. Gas nitrogen yang dilepaskan di kuantifikasi menggunakan kromatografi gas dengan detektor konduktivitas termal. Jumlah nitrogen yang didapatkan kemudian diubah. Jumlah nitrogen dalam sampel sebanding dengan kandungan proteinnya. Keuntungan metode ini adalah tidak memerlukan bahan kimia berbahaya, analisis selesai dalam waktu 3 menit, dan peralatan otomatis modern dapat menganalisis 150 sampel sekaligus. Kerugian dari metode ini adalah memerlukan peralatan analisis yang mahal untuk mengukur nitrogen total serta nitrogen dari protein. (Sudarmadji, 1989).

## **2.12 Lemak**

Lemak merupakan suatu zat yang kaya akan energi, dan berfungsi sebagai sumber energi utama untuk proses metabolisme tubuh. Lemak dalam tubuh bersumber dari makanan dan hasil produksi dari organ hati, yang dapat disimpan dalam sel-sel lemak sebagai cadangan energi (Lichtensein dan Jones, 2001). Lemak secara umum memiliki fungsi sebagai sumber energi, pelindung organ tubuh, pembentukan sel, sumber asam lemak esensial, alat angkut vitamin larut lemak, menghemat protein, memberi rasa kenyang dan kelezatan, sebagai pelumas, dan memelihara suhu tubuh (Nugroho, 2009).

Kandungan lemak pada bahan bisa ditentukan dengan menggunakan Soxhlet. Ekstraksi menggunakan soxhlet merupakan metode ekstraksi yang efisien karena pelarut yang digunakan dapat diperoleh kembali. Saat mengukur kandungan lemak, sampel yang diuji harus kering, Jika bahan masih basah, air dapat masuk ke dalam labu, sehingga tidak hanya memperlambat proses ekstraksi, tetapi juga dapat mempengaruhi perhitungan. (Sudarmadji, 1984).

## **2.13 Amilosa**

Amilosa terdiri dari rantai glukosa lurus berbentuk heliks. Ketika larutan amilosa ditambahkan ke larutan yodium, menjadi biru. Semakin pekat larutan amilosa, semakin biru. Amilosa anhidrat, atau padatan amilosa, memiliki warna



biru terdalam. Jika polisakarida bercabang ditambahkan ke larutan yodium, akan menghasilkan warna coklat atau coklat-merah (Wulansari, 2013).

Amilosa terdiri dari glukosa yang membentuk rantai lurus. Jika larutan amilosa ditambahkan dengan larutan iodin, dapat menghasilkan warna biru yang sangat pekat. Ini terjadi pada amilosa non akua, atau padatan amilosa, yang semakin pekat. Jika polisakarida bercabang ditambahkan ke larutan iodin, akan menghasilkan warna coklat atau merah kecoklatan (Wulansari, 2013).

#### **2.14 Tanin**

Secara struktural, tanin merupakan senyawa fenolik dengan berat molekul tinggi yang terdiri dari gugus hidroksil dan beberapa gugus terkait seperti karboksil, yang membentuk kompleks kuat dan efektif dengan protein dan beberapa makromolekul (Horvart, 1981). Tanin terdapat hampir di seluruh bagian tumbuhan. kulit kayu, daun, buah, akar (Hagerman *et al.*, 1998). Tanin dibentuk oleh kondensasi turunan flavana dan diangkut ke dalam jaringan kayu tanaman. Tanin juga dibentuk oleh polimerisasi unit (Anonymous, 2005).

Tanin adalah kelompok polifenol dengan berat molekul antara 500 dan 3000 gram per mol. Tanin, juga dikenal sebagai asam tanat, biasanya mengandung 10% H<sub>2</sub>O, memiliki kemampuan untuk mengendapkan alkaloid, gelatin, dan protein lainnya. Ini juga dapat diendapkan oleh garam-garam Cu, Pb, dan kalium kromat. Nama "asam tanat" mengacu pada galotanin, salah satu senyawa turunan tanin, yang terdiri dari lima hingga sepuluh residu ester galat (Iswahyutin, 1998)

Tanin adalah unsur organik yang sangat kompleks yang terdiri dari senyawa fenolik yang sulit dipisahkan dan dikristalkan, serta mengendapkan protein dari larutan dan berikatan dengan protein tersebut. Sifat astringen tanin dapat digunakan tidak hanya sebagai penangkal keracunan logam berat dan alkaloid, tetapi juga sebagai antidiare, menghentikan pendarahan dan mencegah peradangan, terutama pada mukosa mulut. Tanin dapat dibagi menjadi dua kelompok yaitu tanin terhidrolisis dan tanin kental. Tanin diketahui merupakan senyawa metabolik sekunder yang aktif dengan berbagai khasiat seperti sifat astringen, antidiare, antibakteri, dan antioksidan. Tanin merupakan komponen zat organik yang sangat kompleks, terdiri dari senyawa fenolik yang sulit dipisahkan dan dikristalkan,

mengendapkan protein dari larutan, dan berikatan dengan protein tersebut (Desmiaty *et al.*, 2008).

Uji kuantitatif dilakukan dengan spektrofotometri UV-Vis pada panjang gelombang 190 nm–380 nm (di daerah ultraviolet) atau 380 nm–780 nm (di daerah cahaya tampak). Kurva standar tanin digunakan untuk mengukur kadar tanin, dan standar tanin yang digunakan adalah asam tanat. Ini dipilih karena asam tanat merupakan golongan tanin terhidrolisis dan dapat digunakan sebagai pembanding untuk mengukur kadar tanin total. (Supriyanto, 2011)



Gambar 8. Spektrofotometri UV-Vis

Prinsip kerja dari spektrofotometer sendiri berfokus pada dispersi cahaya dimana cahaya akan berpecah menjadi berbagai bagian spektrum warna. Dibutuhkan cermin prisma untuk menghasilkan dispersi cahaya. Alat ukur ini memiliki prinsip yang berjalan lurus dengan Hukum Lambert, yaitu hukum yang menjelaskan tentang absorpsi atau penyerapan dengan intensitas cahaya.

Prinsip kerja spektrofotometer UV VIS dimulai dari cahaya utama yang berasal dari lampu deuterium atau wolfram. Kemudian, diteruskan melalui lensa ke monokromator dan filter cahaya pada fotometer. Lalu, monokromator akan merubah cahaya polikromatis menjadi cahaya tunggal atau monokromatis. Berkas cahaya yang memiliki panjang gelombang, kemudian diukur melalui sampel. Larutan yang akan diuji melalui proses absorpsi dan ada yang tidak. Kemudian, hasil cahaya akan diterima oleh detektor.

## **BAB III**

### **BAHAN DAN METODE**

#### **3.1 Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari 2023 hingga bulan Juli 2023 di Laboratorium BB Litbang Pasca Panen Pertanian, Cimanggu, Bogor dan Laboratorium Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pakuan Bogor.

#### **3.2 Alat dan Bahan**

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah pisau, parutan, kain flanel, gelas ukur 25 mL, gelas ukur 100 mL, erlenmeyer, neraca analitik, pipet tetes, biuret, pipet mohr, lumpang dan stamper, ayakan nomor 100, oven, cawan, desikator, kaca arlohi, labu ukur, tabung reaksi, gelas piala, pendingin tegak, hot plate, tanur, labu takar 100 mL, kaca objek, cover glass, kertas pH, pinset, labu duduk, kaca pembesar, cawan petri, oven, timbangan analitik, spatula, cawan porselen, erlenmeyer, pipet, penjepit cawan, labu ukur dan spektrofotometri uv-vis.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Na bisulfit 1%, aquadest, etanol 70%, KI, etanol 90%, iodium, indikator PP, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 25%, NaOH 0,1 N, NaOH 25 %, sodium karbinat, CuSO<sub>4</sub>.5H<sub>2</sub>O, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>.10H<sub>2</sub>O, asam sitrat, HCl, K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, HgO, HBO<sub>3</sub>, kalium iodida 20%, Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 0,1 N, reagen folin phenol, KI 20%, paraffin cair, indikator pati, Amilosa murni, NaOH, Etanol 95%, Aquades, I<sub>2</sub>, amilum, metanol, CH<sub>3</sub>COOH, Hexan, Selenium, kertas saring, dan kertas pH meter.

#### **3.3 Pengambilan Sampel**

Penelitian diawali dengan pembuatan tepung dari sampel sorgum yang diambil dari hasil persilangan F3 varietas Bioguma 1 dan Gando Keta sebanyak 50 sorgum dan dipilih berdasarkan warna yang mengarah pada tetua Bioguma 1 yang memiliki warna *pale yellow*.

#### **3.4 Pembuatan Tepung**

Biji sorgum dibersihkan, kemudian ditimbang dan ditentukan densitasnya selanjutnya dilakukan proses penggilingan dimana dihaluskan dengan blender

sehingga terbentuk tepung partikel padat berupa butiran halus sorgum sehingga diperoleh tepung sorgum yang diukur kehalusannya dan siap untuk dianalisis.

### 3.5 Pemilihan Sampel

Sampel adalah sorgum hasil persilangan antara Bioguma 1 dan Gando Keta yang ditanam di BB Biogen. Didapatkan 50 sampel, kemudian sampel dipisahkan berdasarkan warnanya.

### 3.6 Analisis Karakteristik Fisik Tepung Sorgum

#### 3.6.1 Analisis Warna Tepung (Faridah *et al.*, 2008)

Pengukuran warna tepung sorgum dilakukan menggunakan alat Chromameter. Parameter yang diukur adalah L, a dan b. Selanjutnya angka-angka tersebut dimasukkan dalam rumus berikut, untuk menentukan derajat putihnya (W)

$$W = 100 - \sqrt{(100 - L)^2 + a^2 + b^2}$$

Keterangan:

L : Kecerahan warna

a : Warna kromatik campuran merah dan hijau

b : Warna kromatik campuran biru dan kuning

#### 3.6.2 Analisis Densitas

Biji Sorgum ditimbang sebanyak 20 biji lalu sorgum di masukkan ke dalam gelas ukur 10 mL kemudian ukur volumenya, untuk mendapatkan volume konstan densitas kamba dihitung dari berat sorgum dibagi dengan volume (Dennis Heldman dan Paul Singh, 1980).

### 3.7 Analisis Karakteristik Kimia Tepung Sorgum

#### 3.7.1 Kadar Pati Metode Luff Schroll (AOAC, 1995)

Bahan sejumlah kurang lebih 1 g ditimbang. Sampel dimasukkan ke dalam erlenmeyer 500 mL dan ditambahkan 200 mL HCl 3%. Sampel kemudian dihidrolisis selama 1-3 jam di dalam otoklaf dengan suhu 105°C. Setelah terhidrolisis, sampel selanjutnya dinetralkan dengan NaOH 40%. Selanjutnya sampel dimasukkan ke dalam labu takar 250 mL dan ditambahkan air destilata sampai mencapai tanda tera. Sampel sebanyak 10 mL dipipet kemudian dimasukkan ke dalam erlenmeyer 250 mL dan ditambahkan 25 mL larutan Luff

Schroll. Larutan dididihkan selama 10 menit pada pendingin tegak. Setelah itu sampel didinginkan di bawah air mengalir. Kemudian pada sampel ditambahkan 20 mL H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 25%. Larutan dititrasi menggunakan Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0,1 N dengan indikator kanji sampai hilang warnanya. Blanko dibuat dengan sampel berupa 25 mL air destilata dan 25 mL larutan Luff Schroll. Kadar pati dihitung dengan rumus :

$$\text{Kadar pati (\%)} = \frac{a \times 0,9 \times p}{mg \text{ contoh}} \times 100 \%$$

Keterangan :

a : jumlah mg glukosa, fruktosa dan gula invert (C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>)

p : faktor pengenceran

(jumlah mg C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub> ditentukan berdasarkan selisih titrasi larutan tiosulfat antara blanko dan contoh menurut tabel Luff Schroll)

### 3.7.2 Kadar Air (AOAC 2005)

Pengukuran kadar air dilakukan dengan menggunakan metode oven. Cawan yang akan digunakan dikeringkan dalam oven pada suhu 100-105 °C selama 30 menit atau sampai didapat berat tetap. Setelah itu didinginkan dalam desikator selama 30 menit lalu ditimbang. Sampel ditimbang sebanyak 2 gram dalam cawan tersebut lalu dikeringkan dalam oven pada suhu 100-105 °C sampai tercapai berat tetap (8-12 jam). Sampel didinginkan dalam desikator selama (30 menit) lalu ditimbang. Perhitungan kadar air dilakukan sebagai berikut.

$$\text{Kadar Air} = \frac{B1-B2}{\text{Berat sampel}} \times 100\%$$

Keterangan:

B1 : Sampel + Cawan sebelum dikeringkan

B2 : Sampel + Cawan setelah dikeringkan

### 3.7.3 Kadar Abu (AOAC 2005)

Penentuan kadar abu dilakukan dengan metode pengabuan kering (dryashing). Prinsip analisis ini adalah mengoksidasi semua zat organik pada suhu tinggi (sekitar 550 °C), kemudian dilakukan penimbangan zat yang tertinggal setelah proses pembakaran tersebut. Cawan yang akan digunakan dikeringkan terlebih dahulu 30 menit atau sampai didapat berat tetap dalam oven pada suhu 100-105 °C. Setelah itu didinginkan dalam desikator selama 30 menit lalu ditimbang.

Sampel sebanyak 2 gram dimasukkan dalam cawan yang telah diketahui beratnya, kemudian dibakar di atas bunsen atau kompor listrik sampai tidak berasap. Setelah itu dimasukkan dalam tanur pengabuan, kemudian dibakar pada suhu 400 °C sampai didapat abu berwarna abu-abu atau sampel beratnya tetap. Kemudian suhu tanur dinaikkan sampai 550 °C selama 12-24 jam. Kemudian sampel didinginkan dalam desikator selama 30 menit lalu ditimbang. Perhitungan kadar abu adalah sebagai berikut:

$$\text{Kadar Abu} = \frac{B_2 - B_1}{\text{Berat Sampel}} \times 100\%$$

Keterangan:

B1 : Cawan kosong

B2 : Sampel + Cawan setelah dikeringkan

#### **3.7.4 Kadar Protein (AOAC 2005)**

Penentuan kadar protein dilakukan dengan metode mikro kjeldahl. Prinsip analisis ini adalah menetapkan protein berdasarkan oksidasi bahan-bahan berkarbon dan konversi nitrogen menjadi amonia. Selanjutnya amonia bereaksi dengan kelebihan asam membentuk amonium sulfat. Setelah larutan menjadi basa, amonia diuapkan untuk diserap dalam larutan asam borat. Jumlah nitrogen yang terkandung ditentukan dengan titrasi HCl. Cara penentuan kadar protein dilakukan berdasarkan metode kjeldahl. Prinsip analisis protein dengan metode kjeldahl meliputi destruksi, destilasi dan titrasi.

Pada tahap destruksi, sampel ditimbang sebanyak 0,1-0,5 g kemudian dimasukkan ke dalam labu kjeldahl, setelah itu HgO 40 mg, K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1,9 mg dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 2 mL juga dimasukkan ke dalam labu tersebut. Labu yang berisi larutan tersebut diletakkan pada alat pemanas dengan suhu 430°C di dalam ruang asam. Destruksi dilakukan hingga larutan menjadi tidak berwarna. Hasil destruksi didinginkan dan diencerkan dengan 10-20 mL aquades secara perlahan.

Tahap destilasi dimulai dengan persiapan alat kjeldahl system. Setelah persiapan dilakukan, analisis dimulai dengan sampel yang telah didestruksi. Labu kjeldahl yang berisi sampel hasil destruksi dipindahkan ke alat destilasi, cuci dan bilas labu 5-6 kali dengan 1-2 mL air aquades lalu dipindahkan juga air cucian dan bilasan tersebut ke alat destilasi. Letakkan erlenmeyer 125 mL berisi 5 mL larutan

HBO<sub>3</sub> dan 2-4 tetes indikator (campuran 2 bagian merah metil 0,2% dalam alkohol dan 1 bagian biru metilen 0,2% dalam alkohol), sesaat sebelum destilasi dimulai. Tambahkan sampel hasil destruksi yang telah dipindahkan dengan 8-10 mL larutan NaOH-Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. kemudian lakukan destilasi sampai tertampung kira-kira 15 mL destilat dalam erlenmeyer. Bilas tabung kondensor dengan air aquades, dan tampung bilasannya dalam erlenmeyer yang sama. Encerkan isi erlenmeyer sampai kira-kira 50 mL. Selanjutnya masuk ke tahap titrasi.

Titrasi dilakukan, pada sampel yang telah didestilasi dengan meneteskan HCl 0,02 N dari buret. Titrasi dilakukan hingga warna larutan sampel berubah menjadi merah jambu. Volume HCl yang digunakan dicatat.

Perhitungan kadar protein dapat diperoleh dengan :

$$\%N = \frac{(A-B) \times N_{HCl} \times 14}{Mg \text{ Sampel}} \times 100\%$$

Kadar Protein = %N x Faktor Konversi

Keterangan :

A = mL titrasi sampel

B = mL titrasi blanko

Faktor konversi = 6,25

### 3.7.5 Kadar Lemak (AOAC 2005)

Penentuan kadar lemak dilakukan dengan metode soxhlet. Prinsip analisis ini adalah mengekstrak lemak dengan pelarut hexan, setelah pelarutnya diuapkan, lemak dapat ditimbang dan dihitung persentasenya. Lemak yang dihasilkan adalah lemak kasar. Labu lemak dikeringkan dalam oven bersuhu 105°C selama 30 menit, lalu didinginkan dalam desikator (15 menit) dan ditimbang. Sampel ditimbang sebanyak 5 g (S) lalu dibungkus dengan dalam kertas saring dan dimasukkan dalam selongsong lemak. Selongsong lemak ditutup dengan kapas bebas lemak dan dimasukkan ke dalam ruang ekstraktor tabung soxhlet, lalu disiram dengan pelarut lemak (hexan), kemudian tabung tersebut dipasangkan pada alat destilasi soxhlet. Labu lemak yang sudah disiapkan kemudian dipasangkan pada alat destilasi di atas pemanas listrik bersuhu sekitar 80 T. Refluks dilakukan selama minimum 5 jam sampai pelarut yang turun kembali ke labu lemak berwarna jernih. Pelarut yang ada

di labu lemak tersebut didestilasi, selanjutnya labu yang berisi basil ekstraksi dipanaskan dalam oven pada suhu 105°C selama 60 menit atau sampai beratnya tetap. Kemudian labu lemak didinginkan dalam desikator selama 20-30 menit dan ditimbang.

$$\text{Kadar Lemak} = \frac{B - A}{\text{Berat sampel}} \times 100\%$$

Keterangan:

A : Bobot labu sebelum pemanasan

B : Bobot labu setelah pemanasan

### 3.7.6 Kadar Amilosa (IRRI, 2002)

Timbang secara kuantitatif 100 mg pati (duplo) dengan kehalusan minimum 80 mesh, masukkan kedalam labu ukur 100 mL. Tambahkan berturut-turut 1 mL etanol 95% serta 9 mL larutan NaOH 1 N, kemudian panaskan labu ukur dalam waterbath temperatur (95°C) sepanjang 10 menit. Angkat labu ukur, dinginkan (1 jam) setelah itu encerkan dengan aquades hingga volume 100 mL serta Pipet 5 mL larutan, masukkan ke dalam labu ukur 100 mL tambahkan 2 mL larutan iod serta 1 mL larutan asam asetat 1 N. Encerkan kembali dengan aquades hingga volume 100 mL.

Kocok larutan tersebut, kemudian diamkan sepanjang 20 menit. Buat pula larutan standar amilosa dengan menimbang 40 miligram potato amylose, masukkan ke dalam labu ukur 100 mL, encerkan hingga volume 100 mL. Buat 5 tingkatan konsentrasi amilosa dengan memipet tiap- tiap 1, 2, 3, 4, 5 mL larutan standar, masukkan ke labu ukur 100 mL. Tambahkan ke dalam tiap labu ukur 2 mL larutan Iod serta 0,2 ; 0,4 ; 0,6 ; 0,8 serta 1 mL larutan asam asetat 1 N, encerkan dengan aquades hingga volume 100 mL, kocok kemudian diamkan 20 menit.

Ukur absorbansi baik larutan contoh ataupun standar memakai perlengkapan Spektrofotometer pada panjang gelombang 620 nm. Buat kurva ataupun persamaan regresi dari pengukuran antara absorbansi serta konsentrasi larutan standar. Berikutnya bandingkan pengukuran besar absorbansi ataupun masukkan besaran absorbansi ilustrasi pada kurva standar ataupun persamaan regresinya. Kandungan amilosa yang diperoleh setelah itu dikalikan aspek pengenceran.



### **3.7.7 Kadar Tanin Metode (Folin dan Cicalteu)**

Sebanyak 0,5 gr biji sorgum yang sudah dihaluskan diekstrak dengan 50 mL HCl 1% dalam metanol. 0,1 mL ekstrak biji sorgum ditambahkan 7,5 mL aquades serta 0,5 mL reagen folin phenol, 1 mL larutan sodium karbonat 35% serta diencerkan jadi 10 mL dengan aquades. Kemudian di homogenkan dan diamkan sepanjang 30 menit dengan temperatur ruang. Berikutnya sampel diukur memakai spektrofotometer dengan absorbansi 725 nm. Blanko memakai aquades dan larutan standar digunakan asam tanat dengan tingkatan konsentrasi dari 0, 01 sampai 0, 09 miligram/mL (Tamiselvi *et al.*, 2012).

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Biji sorgum dari persilangan diolah menjadi tepung sorgum menggunakan blender untuk mendapatkan tepung yang halus dengan cara disaring. Kemudian tepung yang sudah diperoleh diuji fisik dan kimia untuk menentukan karakteristik tepung sorgum dari hasil persilangan, kemudian dilakukan analisis karakteristik fisik berupa densitas dan warna serta analisis karakteristik kimia berupa air, abu, protein, lemak, pati, amilosa dan tanin. Pada persilangan sorgum sampel tetua yaitu Bioguma 1 dan Gando Keta mempunyai karakteristik sebagai berikut.

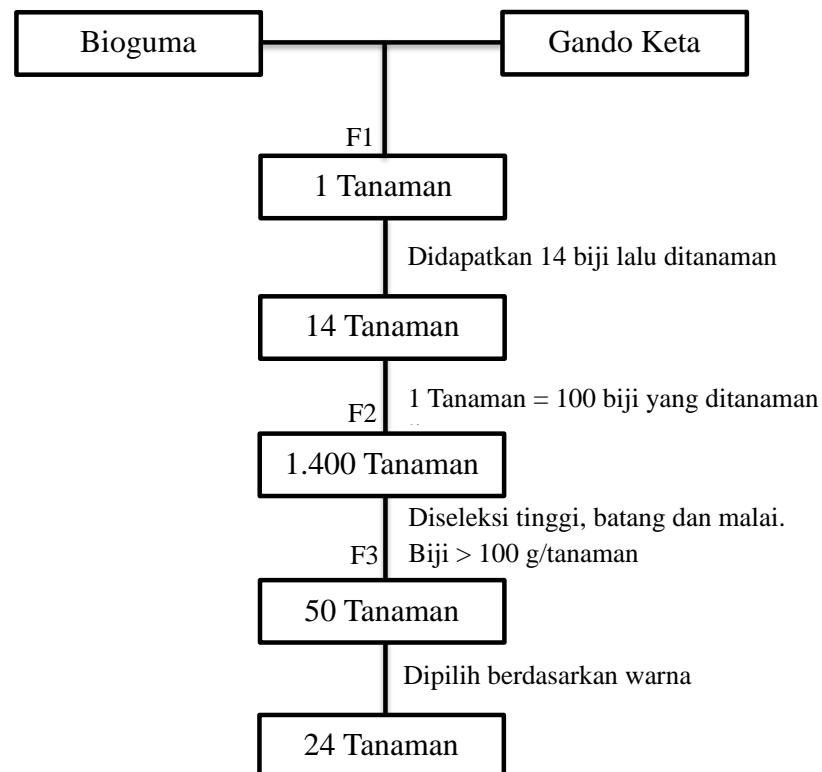
Tabel 2. Karakteristik tetua sorgum

Parameter Uji	Bioguma 1	Gando Keta
Densitas (g/mL)	0,49	0,48
Derajat Putih	57,84	34,68
Kadar Air (%)	7,94	9,06
Kadar Abu (%)	2,39	2,22
Kadar Protein (%)	9,09	6,80
Kadar Lemak (%)	4,08	5,15
Kadar Karbohidrat (%)	76,50	76,77
Kadar Pati (%)	74,25	86,62
Kadar Amilosa (%)	18,12	18,65
Kadar Tanin (%)	0,63	2,21

Dilihat pada tabel 2 kadar tanin pada sorgum varietas Gando Keta lebih tinggi dibanding dengan biguma 1 hal ini selaras dengan warna dari varietas Gando Keta yang lebih gelap dibanding dengan Bioguma 1 dikarenakan tanin berfungsi sebagai penyusun pigmen pada kulit luar biji sorgum. Pada varietas Bioguma 1 merupakan perbaikan varietas Numbu, yang tergolong sorgum manis. Varietas Bioguma ini sebenarnya tergolong sorgum manis, tetapi dipanen pada saat bijinya matang sehingga dapat diolah menjadi beras dan tepung sorgum. Persilangan antara varietas Bioguma 1 dan Gando Keta ini dilakukan untuk memperbaiki varietas sorgum pera yang disilangkan dengan sorgum yang bersifat seperti ketan (pulen). Sorgum yang bebas gluten ini sangat cocok bagi orang-orang yang intoleransi gluten seperti penderita *celiac*. Pada penderita penyakit autoimun ini, jika

mengonsumsi gluten, sistem kekebalan tubuhnya akan bereaksi yang dapat merusak lapisan usus halus dan menghambat penyerapan nutrisi. Akibatnya, penderita *celiac* akan mengalami diare, lemas, dan anemia.

Dipilih 50 sampel dari hasil seleksi berdasarkan produksi yang tinggi dengan produksi >100 gr/tanaman. Kemudian dari 50 sampel didapatkan 24 berwarna kuning mudah yang mengarah pada tetua Bioguma 1. Berdasarkan hasil yang didapat warna pada 24 sampel diperoleh dengan alat colour chart dan didapatkan pada 24 sampel berwarna *pale yellow* atau putih kekuning-kuningan yang mengarah pada Bioguma 1.



Gambar 9. Diagram alir persilangan

#### 4.1 Karakterisasi Tepung Sorgum Secara Fisik

Dalam menentukan mutu fisik biji dan hasil olahannya, bentuk dan warna sering digunakan sebagai parameter. Densitas adalah karakteristik sifat fisik yang ditentukan berdasarkan berat biji yang diketahui volumenya. Semakin tinggi nilai densitas akan menunjukkan bahwa produk semakin padat, dan jika dijadikan

sebuah produk maka akan lebih mengenyangkan. Karakteristik fisik suatu bahan dapat digunakan untuk menentukan perlakuan apa yang diperlukan untuk menjaga kualitasnya (Aleka, 2008).

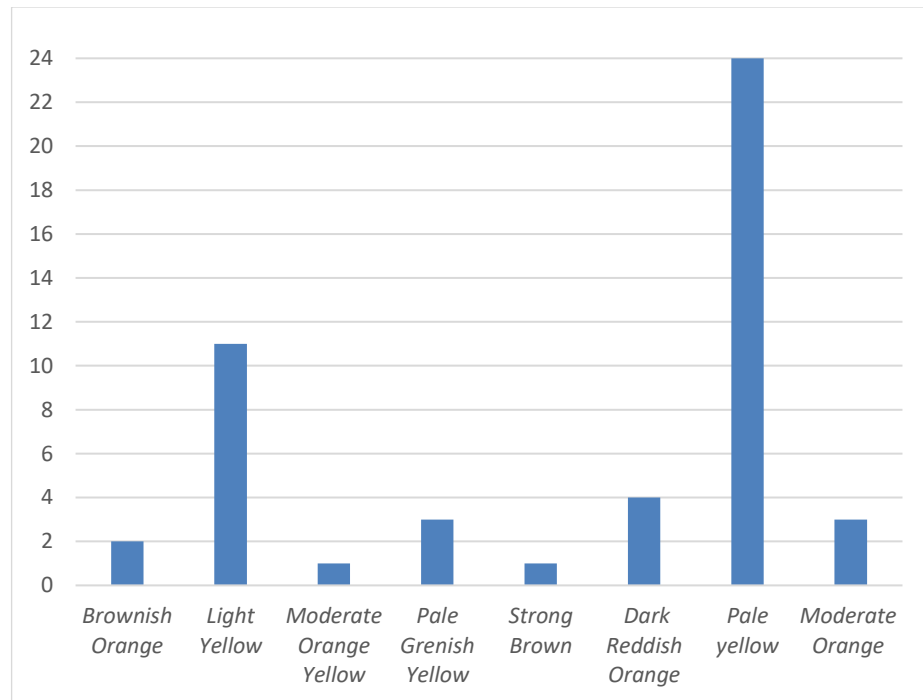
Tabel 3. Densitas

No. Sampel	Densitas (g/mL)	No. Sampel	Densitas (g/mL)
1	0,50	13	0,52
2	0,46	14	0,55
3	0,49	15	0,47
4	0,45	16	0,47
5	0,52	17	0,52
6	0,54	18	0,45
7	0,49	19	0,60
8	0,46	20	0,45
9	0,51	21	0,55
10	0,53	22	0,48
11	0,42	23	0,47
12	0,49	24	0,46

Berdasarkan hasil dari uji fisik yang telah dilakukan terdapat perbedaan dari 24 sampel tersebut, Didapatkan sampel dengan densitas tertinggi yaitu pada sampel nomor 19 dengan densitas 0,60 g/mL dan densitas terendah pada sampel nomor 11 dengan densitas 0,42 g/mL. Pada 24 sampel hasil persilangan didapatkan densitas yang lebih kecil dari kedua tetua yaitu Bioguma 1 dan Gando Keta yang memiliki nilai densitas 0,49 g/mL dan 0,48 g/mL. Hal ini menunjukkan persilangan berpengaruh terhadap densitas yang membuat nilai densitas pada sorgum hasil persilangan semakin kecil. Sampel nomor 19 merupakan sampel paling baik karena sorgum termasuk dalam sereal dan bentuk biji – bijian maka karakteristik gesekan yang baik adalah sudut gesek dalam yaitu sudut gesek yang muncul dibawah pengaruh gesekan antara masing-masing butiran (Suastawa, 2008). Mengetahui densitas dengan memasukkan bahan ke dalam wadah dengan volume yang sudah diketahui, timbang bahan tersebut, kemudian hitung densitasnya (Dennis Heldman dan Paul Singh, 1980).

Biji sorgum dikelompokkan menjadi biji kecil (8-10 mg), sedang (12-24 mg) dan besar (25-35 mg). Lapisan sekam melindungi biji sorgum dengan warna

yang bervariasi yaitu warna coklat muda, krem atau putih (Kusumawati *et al.*, 2013). Biji sorgum memiliki variasi pada warna, dari warna putih, kuning, merah, coklat, dan ungu. Komponen endosperma menyumbang 80-84,6% dari total bobot biji (Sondang dan Yulensri, 2021).



Gambar 10. Warna tepung sorgum

Warna makanan sangat penting untuk menentukan rasa, nilai gizi, dan teksturnya yang baik. Makanan yang memiliki warna yang tidak menyenangkan atau memberikan kesan menyimpang dari warna yang seharusnya tidak boleh dimakan (Winarno, 1997).

Berdasarkan 50 tanaman, didapatkan 24 sampel terpilih yang memiliki warna kuning muda yang lebih mengarah pada varietas Bioguma. Warna biji dipengaruhi oleh warna dan ketebalan kulit, terdapatnya kulit serta tekstur dan warna endosperm (Hahn dan Rooney, 1985).

Tabel 4. Derajat putih

Sampel	L	a	b	c	h	w
1	78,35 <sup>b</sup>	3,11 <sup>abcde</sup>	12,73 <sup>ab</sup>	13,11 <sup>a</sup>	76,24 <sup>cd</sup>	46,68 <sup>b</sup>
2	79,17 <sup>ef</sup>	3,22 <sup>fg</sup>	12,35 <sup>ab</sup>	12,77 <sup>a</sup>	75,34 <sup>de</sup>	50,60 <sup>gh</sup>
3	80,46 <sup>klm</sup>	3,48 <sup>abcd</sup>	12,62 <sup>ab</sup>	13,09 <sup>a</sup>	74,54 <sup>ghi</sup>	55,69 <sup>kl</sup>
4	81,33 <sup>m</sup>	3,25 <sup>abc</sup>	13,07 <sup>ab</sup>	13,47 <sup>a</sup>	76,01 <sup>hi</sup>	56,60 <sup>l</sup>
5	78,47 <sup>bc</sup>	3,04 <sup>efg</sup>	12,37 <sup>ab</sup>	12,74 <sup>a</sup>	76,17 <sup>bcd</sup>	48,61 <sup>cde</sup>
6	76,30 <sup>b</sup>	3,26 <sup>g</sup>	13,48 <sup>ab</sup>	13,87 <sup>a</sup>	76,37 <sup>b</sup>	47,99 <sup>c</sup>
7	78,83 <sup>cde</sup>	3,07 <sup>bcde</sup>	11,89 <sup>a</sup>	12,28 <sup>a</sup>	75,51 <sup>defg</sup>	50,07 <sup>efgh</sup>
8	79,17 <sup>gh</sup>	2,65 <sup>g</sup>	12,32 <sup>b</sup>	12,60 <sup>a</sup>	77,83 <sup>bcd</sup>	50,90 <sup>h</sup>
9	81,72 <sup>m</sup>	3,10 <sup>a</sup>	12,84 <sup>ab</sup>	13,21 <sup>a</sup>	76,40 <sup>i</sup>	56,58 <sup>l</sup>
10	79,33 <sup>m</sup>	3,50 <sup>abc</sup>	13,23 <sup>ab</sup>	13,69 <sup>a</sup>	75,18 <sup>hi</sup>	56,49 <sup>l</sup>
11	81,06 <sup>jk</sup>	2,84 <sup>abc</sup>	12,92 <sup>ab</sup>	13,23 <sup>a</sup>	77,56 <sup>hi</sup>	54,55 <sup>jk</sup>
12	77,48 <sup>fg</sup>	2,92 <sup>fg</sup>	12,54 <sup>ab</sup>	12,87 <sup>a</sup>	76,88 <sup>bc</sup>	51,01 <sup>h</sup>
13	80,62 <sup>jkl</sup>	3,25 <sup>ab</sup>	13,54 <sup>ab</sup>	13,93 <sup>a</sup>	76,49 <sup>hi</sup>	55,17 <sup>jkl</sup>
14	77,40 <sup>de</sup>	3,17 <sup>abcde</sup>	13,40 <sup>ab</sup>	13,00 <sup>a</sup>	76,68 <sup>efgh</sup>	49,95 <sup>defgh</sup>
15	79,53 <sup>h</sup>	2,89 <sup>bcde</sup>	12,67 <sup>ab</sup>	13,00 <sup>a</sup>	77,11 <sup>efgh</sup>	52,46 <sup>i</sup>
16	76,90 <sup>bcd</sup>	3,20 <sup>fg</sup>	13,30 <sup>ab</sup>	13,63 <sup>a</sup>	76,44 <sup>bc</sup>	48,64 <sup>cde</sup>
17	78,40 <sup>ef</sup>	3,21 <sup>def</sup>	12,55 <sup>ab</sup>	12,95 <sup>a</sup>	75,64 <sup>de</sup>	50,18 <sup>efgh</sup>
18	81,41 <sup>hi</sup>	3,34 <sup>cde</sup>	12,53 <sup>ab</sup>	12,98 <sup>a</sup>	75,05 <sup>efgh</sup>	52,35 <sup>i</sup>
19	77,53 <sup>ef</sup>	2,98 <sup>efg</sup>	12,93 <sup>ab</sup>	13,27 <sup>a</sup>	76,98 <sup>def</sup>	49,40 <sup>cdefg</sup>
20	80,47 <sup>lm</sup>	2,92 <sup>abcde</sup>	12,81 <sup>ab</sup>	13,13 <sup>a</sup>	77,13 <sup>fghi</sup>	55,42 <sup>kl</sup>
21	77,75 <sup>bcd</sup>	2,97 <sup>fg</sup>	12,59 <sup>ab</sup>	12,94 <sup>a</sup>	77,04 <sup>b</sup>	48,97 <sup>cdef</sup>
22	71,02 <sup>a</sup>	5,05 <sup>h</sup>	9,15 <sup>c</sup>	10,45 <sup>b</sup>	61,10 <sup>a</sup>	36,15 <sup>a</sup>
23	79,03 <sup>bcd</sup>	3,29 <sup>abcde</sup>	12,82 <sup>ab</sup>	13,24 <sup>a</sup>	75,59 <sup>efgh</sup>	48,60 <sup>cd</sup>
24	81,29 <sup>ij</sup>	3,31 <sup>bcde</sup>	12,68 <sup>ab</sup>	13,11 <sup>a</sup>	75,34 <sup>efgh</sup>	53,98 <sup>j</sup>

Nilai derajat putih pada tabel 4 menunjukkan derajat putih paling tinggi terdapat pada sampel nomor 4 dengan nilai 56,60, Pada nilai derajat putih paling rendah pada sampel nomor 22 dengan nilai 36,15. Hal ini terjadi dikarenakan perbedaan kandungan tanin yang mempengaruhi pigmen pada kulit luar biji sorgum dikarenakan tanin sebagai senyawa pembentuk pigmen yang menunjukkan semakin tinggi tanin maka warna tepung sorgum akan semakin gelap. Hal ini selaras dengan kedua tetua persilangan yaitu Bioguma 1 yang memiliki nilai derajat putih yang tinggi yaitu 57,58 dengan kandungan tanin yang rendah yaitu 0,63 dan pada Gando Keta didapatkan nilai derajat putih yang rendah yaitu 34,68 dengan kandungan tanin yang tinggi yaitu 2,21. Derajat putih menunjukkan kemampuan bahan untuk memantulkan cahaya yang mengenai bahan tersebut. Semakin tinggi nilai derajat

putih maka semakin putih warna tepung yang dihasilkan. Pengukuran warna tepung sangat diperlukan karena warna dapat mempengaruhi kenampakan produk akhir yang dihasilkan.

Pada tabel 4 menunjukkan nilai L tertinggi pada sampel nomor 9 yaitu sebesar 81,72 dan nilai L terendah pada sampel nomor 22 sebesar 71,02. Semakin tinggi nilai L maka warna sampel akan semakin terang dan semakin rendah nilai L maka warna sampel akan semakin gelap. Nilai L menunjukkan tingkat kecerahan dengan warna kromatik 0 adalah hitam sampai 100 adalah putih. Nilai a menunjukkan adanya warna kromatik campuran warna merah dan hijau dengan nilai positif yakni 0-100 berwarna merah dan negatif yakni 0-(-80) berwarna hijau. Pada hasil uji warna didapatkan sampel dengan nilai a tertinggi yaitu pada sampel nomor 22 sebesar 5,05 dan terendah pada sampel nomor 8 yaitu sebesar 2,65. Gabungan nilai a yang tinggi dengan nilai b rendah menghasilkan tepung dengan warna kusam merah sedikit kuning sehingga menghasilkan tingkat kecerahan yang rendah. Nilai b menunjukkan warna kromatik campuran warna biru dan kuning dengan nilai positif yakni 0-70 yakni berwarna kuning dan b negatif yakni 0-(-70) berwarna biru. Pada hasil uji warna didapatkan sampel dengan nilai b yang tinggi yaitu pada sampel nomor 13 yaitu sebesar 13,54 dan terendah pada sampel nomor 22 yaitu sebesar 9,15. Gabungan nilai b yang tinggi dan nilai a yang rendah menghasilkan warna kuning cerah (Rosmisari, 2006).

Berdasarkan tabel 4 dapat disimpulkan yang memiliki warna paling cerah yaitu sampel nomor 4 dan warna paling gelap pada sampel nomor 22, warna genotipe sorgum memiliki karakter yang berbeda-beda, namun beberapa genotipe memiliki kesamaan. Keberagaman suatu tanaman muncul akibat susunan genetik yang berbeda. Gen pada tanaman akan menghasilkan produksi yang berbeda sesuai dengan potensi gennya. Setiap varietas memiliki perbedaan dalam penyerapan unsur hara, fase pertumbuhan, dan umur tanaman (Panjaitan *et al.*, 2015).

#### **4.2 Karakterisasi Kimia Tepung Sorgum**

Tepung adalah bahan makanan yang umum digunakan dalam berbagai jenis produk pangan. Karakteristik kimia tepung dapat bervariasi tergantung pada jenis tepung yang digunakan. Beberapa karakteristik kimia tepung sorgum dari hasil

persilangan berupa kadar air, kadar abu, kadar protein, kadar lemak, kadar pati, kadar amilosa dan kadar tanin.

Tabel 5. Karakteristik 24 tepung sorgum

No	Kadar Air	Kadar Abu	Protein	Lemak	Pati	Amilosa	Tanin	Karbohidrat
1	5,92 <sup>a</sup>	1,23 <sup>a</sup>	7,37 <sup>i</sup>	4,66 <sup>abcd</sup>	71,21 <sup>de</sup>	19,17 <sup>g</sup>	0,57 <sup>d</sup>	80,82%
2	10,57 <sup>ab</sup>	1,17 <sup>a</sup>	6,10 <sup>e</sup>	4,53 <sup>abc</sup>	53,32 <sup>ab</sup>	19,13 <sup>g</sup>	0,51 <sup>cd</sup>	77,63%
3	10,22 <sup>ab</sup>	1,34 <sup>a</sup>	8,52 <sup>n</sup>	4,49 <sup>ab</sup>	68,17 <sup>cde</sup>	18,04 <sup>defg</sup>	0,37 <sup>abc</sup>	75,43%
4	8,25 <sup>ab</sup>	1,97 <sup>a</sup>	6,62 <sup>fg</sup>	4,54 <sup>abc</sup>	56,25 <sup>abc</sup>	18,34 <sup>bcde</sup>	0,21 <sup>a</sup>	78,35%
5	8,28 <sup>ab</sup>	1,41 <sup>a</sup>	6,66 <sup>fg</sup>	4,53 <sup>abc</sup>	65,25 <sup>bcde</sup>	15,47 <sup>a</sup>	0,37 <sup>abc</sup>	79,12%
6	6,70 <sup>ab</sup>	1,14 <sup>a</sup>	7,89 <sup>l</sup>	4,42 <sup>a</sup>	65,13 <sup>bcde</sup>	19,13 <sup>defg</sup>	0,33 <sup>abc</sup>	79,85%
7	11,45 <sup>ab</sup>	1,48 <sup>a</sup>	7,54 <sup>jk</sup>	4,49 <sup>ab</sup>	62,10 <sup>abcde</sup>	16,04 <sup>a</sup>	0,28 <sup>ab</sup>	75,04%
8	10,89 <sup>ab</sup>	2,24 <sup>ab</sup>	5,16 <sup>a</sup>	4,55 <sup>abc</sup>	56,25 <sup>abc</sup>	18,37 <sup>bcde</sup>	0,33 <sup>abc</sup>	77,16%
9	13,52 <sup>b</sup>	1,17 <sup>a</sup>	5,71 <sup>c</sup>	4,60 <sup>d</sup>	50,40 <sup>a</sup>	17,73 <sup>b</sup>	0,17 <sup>a</sup>	75,00%
10	10,36 <sup>ab</sup>	2,02 <sup>a</sup>	7,56 <sup>ijk</sup>	4,58 <sup>abcd</sup>	56,25 <sup>abc</sup>	15,47 <sup>a</sup>	0,30 <sup>ab</sup>	75,48%
11	8,50 <sup>ab</sup>	3,08 <sup>ab</sup>	8,61 <sup>n</sup>	4,40 <sup>a</sup>	56,25 <sup>abc</sup>	16,94 <sup>defg</sup>	0,22 <sup>a</sup>	75,41%
12	10,09 <sup>ab</sup>	1,43 <sup>a</sup>	7,84 <sup>l</sup>	4,57 <sup>abc</sup>	59,27 <sup>abcd</sup>	17,05 <sup>efg</sup>	0,21 <sup>a</sup>	76,07%
13	9,43 <sup>ab</sup>	1,26 <sup>a</sup>	7,60 <sup>jk</sup>	4,41 <sup>a</sup>	56,25 <sup>abc</sup>	15,76 <sup>bcd</sup>	0,21 <sup>a</sup>	77,30%
14	5,73 <sup>a</sup>	1,44 <sup>a</sup>	6,89 <sup>h</sup>	4,52 <sup>abc</sup>	71,21 <sup>de</sup>	19,58 <sup>h</sup>	0,30 <sup>ab</sup>	81,42%
15	5,58 <sup>a</sup>	1,85 <sup>a</sup>	6,32 <sup>e</sup>	4,45 <sup>a</sup>	71,21 <sup>de</sup>	18,03 <sup>g</sup>	0,31 <sup>abc</sup>	81,80%
16	9,40 <sup>ab</sup>	1,14 <sup>a</sup>	7,44 <sup>ij</sup>	4,56 <sup>cd</sup>	50,40 <sup>a</sup>	18,00 <sup>g</sup>	0,33 <sup>abc</sup>	77,46%
17	7,45 <sup>ab</sup>	1,09 <sup>b</sup>	5,37 <sup>b</sup>	4,39 <sup>a</sup>	62,21 <sup>abcde</sup>	17,35 <sup>fg</sup>	0,33 <sup>abc</sup>	81,70%
18	9,92 <sup>ab</sup>	1,37 <sup>a</sup>	6,59 <sup>f</sup>	4,36 <sup>a</sup>	59,17 <sup>abcd</sup>	20,45 <sup>h</sup>	0,22 <sup>a</sup>	77,76%
19	11,46 <sup>ab</sup>	1,06 <sup>ab</sup>	6,09 <sup>d</sup>	4,39 <sup>a</sup>	53,32 <sup>ab</sup>	15,96 <sup>bcde</sup>	0,21 <sup>a</sup>	77,00%
20	6,27 <sup>a</sup>	1,45 <sup>a</sup>	8,64 <sup>n</sup>	4,41 <sup>a</sup>	65,13 <sup>bcde</sup>	15,24 <sup>bc</sup>	0,32 <sup>abc</sup>	79,23%
21	5,58 <sup>a</sup>	1,74 <sup>a</sup>	6,75 <sup>gh</sup>	4,60 <sup>abcd</sup>	62,10 <sup>abcde</sup>	19,62 <sup>defg</sup>	0,49 <sup>bcd</sup>	81,33%
22	9,88 <sup>ab</sup>	1,48 <sup>a</sup>	8,09 <sup>m</sup>	4,84 <sup>abcd</sup>	56,25 <sup>abc</sup>	14,23 <sup>cdef</sup>	0,92 <sup>f</sup>	75,71%
23	11,26 <sup>ab</sup>	1,99 <sup>a</sup>	6,90 <sup>h</sup>	5,02 <sup>cd</sup>	50,40 <sup>a</sup>	15,81 <sup>g</sup>	0,70 <sup>e</sup>	74,83%
24	11,18 <sup>ab</sup>	1,52 <sup>a</sup>	7,7 <sup>k</sup>	5,01 <sup>bcd</sup>	74,25 <sup>e</sup>	15,81 <sup>g</sup>	0,72 <sup>e</sup>	74,58%

#### 4.2.1 Air

Kadar air merupakan banyaknya kandungan air yang ada pada bahan pangan dinyatakan dalam persen (Aventi, 2016). Berdasarkan hasil pengujian SPSS pada kadar air, dapat diketahui bahwa nilai signifikan  $> 0,05$  maka hasil analisis sampel tidak berbeda nyata karena pada uji SPSS didapatkan nilai signifikan sampel sebesar 0,277. Dilihat pada tabel 5 menunjukkan sampel dengan *superscript* yang sama tidak berbeda nyata, sebaliknya sampel dengan *superscript* yang berbeda artinya berbeda nyata. Pada kadar air didapatkan jumlah 18 sampel yang memiliki *superscript* sama menunjukkan bahwa sampel tidak berbeda nyata, kadar air



tertinggi pada sampel nomor 9 dengan *superscript* (b) yang berbeda dengan sampel lainnya.

Berdasarkan hasil dari uji kadar air didapatkan sampel dengan kadar tertinggi adalah sampel nomor 9 dengan kadar 13,52% dan kadar terendah pada sampel nomor 21 dengan kadar 5,58%. Pada sampel tetua kadar air Bioguma 1 lebih baik karena memiliki kadar yang rendah yaitu sebesar 7,94% dibandingkan dengan Gando Keta yaitu sebesar 9,06%. Sampel nomor 21 merupakan sampel yang paling baik karena kadar air rendah dapat memperkecil media untuk tumbuhnya mikroba yang bisa menurunkan mutu karena kadar air yang tinggi mengakibatkan mudahnya bakteri, kapang, dan khamir untuk berkembang biak, sehingga akan terjadi perubahan pada bahan pangan (Winarno, 1997). Kadar air juga salah satu karakteristik yang sangat penting pada bahan pangan, karena air dapat mempengaruhi penampakan, tekstur, dan cita rasa pada bahan pangan.

Kandungan air biji sorgum bisa lebih tinggi disebabkan karena faktor genetik sehingga varietas lebih toleran terhadap kekeringan pada proses perkecambahan (Nurdiansyah *et al.*, 2015). Sedangkan turunnya kandungan air pada biji sorgum dapat disebabkan karena terhambatnya pertumbuhan akar (Azmat dan Khanum, 2005). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Barcelo *et al.*, (1986) menyatakan bahwa Cr telah menurunkan potensial air. Akibat dari hal ini transportasi air yang tidak sempurna ke dalam organ-organ tanaman, sehingga pasokan air dan nutrisi yang dibutuhkan untuk proses metabolisme pada setiap bagian sorgum berkurang. Selain itu, efek dari toksisitas Cr dapat merusak hormon auksin yang menyebabkan terhambatnya pertumbuhan akar (Sharma *et al.*, 2005).

Kadar air menjadi salah satu syarat mutu penting pada tepung dan bahan pangan lainnya karena berhubungan dengan daya awet tepung. Air yang terdapat dalam bentuk bebas dapat menyebabkan kerusakan bahan makanan, misalnya proses mikrobiologis, kimiawi, enzimatik maupun penunjang aktifitas serangga perusak (Kurniadi *et al.*, 2013).

#### **4.2.2 Abu**

Kadar abu merupakan campuran mineral dengan komponen anorganik yang terdapat dalam suatu bahan pangan yang tidak terbakar pada proses pembakaran

bahan organik (Winarno, 2008). Berdasarkan hasil pengujian SPSS pada kadar abu, dapat diketahui bahwa nilai signifikan  $> 0,05$  maka hasil analisis sampel tidak berbeda nyata karena pada uji SPSS didapatkan nilai signifikan sampel sebesar 0,408. Dilihat pada tabel 5 menunjukkan sampel dengan *superscript* yang sama tidak berbeda nyata, sebaliknya sampel dengan *superscript* yang berbeda artinya berbeda nyata. Pada kadar abu didapatkan 20 sampel yang memiliki *superscript* sama menunjukkan bahwa sampel tidak berbeda nyata, kadar abu tertinggi pada sampel nomor 11 dengan *superscript* (ab) yang berbeda dengan sampel lainnya.

Berdasarkan hasil dari uji kadar abu didapatkan sampel dengan kadar tertinggi adalah sampel nomor 11 dengan kadar 3,08% dan kadar terendah pada sampel nomor 19 dengan kadar 1,06%. Hasil analisis kadar abu didapatkan kadar berkisar antara 3,08%-1,06%. Pada kedua sampel tetua didapatkan kadar abu yang tidak jauh berbeda yaitu sebesar 2,39% dan 2,22%. Sampel nomor 19 merupakan sampel yang paling baik karena kadar abu yang tinggi dapat menyebabkan fouling. Pada kadar abu yang lebih rendah diduga karena faktor umur panen. Kadar abu pada sorgum akan menurun dengan meningkatnya umur tanaman (Ayub *et al.*, 2002), sorgum yang dipanen pada awal berbunga lebih tinggi kandungan abunya dibanding sorgum yang dipanen pada fase kedewasaan lanjut (Koten *et al.*, 2012).

Kadar abu menunjukkan kandungan mineral pada bahan (Persagi, 2014). Kandungan mineral suatu bahan dapat diketahui dari kandungan abunya. Semakin tinggi konsentrasi etanol, semakin tinggi kandungan mineral yang larut dalam air. Menurut Winarto (2004), ada dua jenis citra mineral yang terkandung dalam bahan yaitu garam organik dan garam anorganik. Selain itu, mineral berasal dari senyawa organik kompleks. Pengabuan dilakukan untuk menentukan jumlah mineral yang terkandung dalam suatu bahan. Hal ini terjadi karena bahan organik dan anorganik dihilangkan, yang menyebabkan perubahan radikal organik dan pembentukan elemen logam dalam bentuk oksida atau bersenyawa dengan ion-ion negatif. Akibatnya, penentuan kadar mineral secara asli sangat sulit untuk dilakukan. (Krisno, 2001).

### 4.2.3 Protein

Protein merupakan zat gizi yang penting karena berhubungan dengan metabolisme makhluk hidup. Protein terbentuk dari asam amino baik esensial maupun non esensial. Ketersediaan protein yang cukup dalam makanan sangat penting diperhatikan untuk menghindari masalah kesehatan. Asupan protein yang rendah merupakan salah satu penyebab terjadinya stunting (Rachmawati, 2018). Berdasarkan hasil pengujian SPSS pada kadar protein, dapat diketahui bahwa nilai signifikan  $< 0,05$  maka hasil analisis sampel berbeda nyata karena pada uji SPSS didapatkan nilai sampel signifikan sebesar 0,000. Dapat diketahui bahwa perbedaan sampel menyebabkan perbedaan kandungan protein yang signifikan,  $F(23.23) = 327.820$  dimana nilai didapat dari nilai db dari variable bebas dan db 2 dari db galat, dan hasil yang diperoleh adalah nilai dari F hitung.

Berdasarkan uji *Duncan*, dapat diketahui sampel nomor 20 secara signifikan lebih tinggi dari sampel yang lainnya. Dilihat pada tabel 5 menunjukkan sampel dengan *superscript* yang sama tidak berbeda nyata, sebaliknya sampel dengan *superscript* yang berbeda artinya berbeda nyata. Pada kadar protein memiliki *superscript* yang berbeda menunjukkan bahwa sampel berbeda nyata, kadar protein tertinggi pada sampel nomor 20 dengan *superscript* (n) yang berbeda dengan sampel lainnya.

Berdasarkan hasil dari analisis kadar protein didapatkan sampel dengan kadar tertinggi adalah sampel nomor 20 dengan kadar 8,64% dan kadar terendah pada sampel nomor 8 dengan kadar 5,16%. Pada tetua Bioguma 1 didapatkan kadar protein yang tinggi yaitu sebesar 9,09% tapi pada Gando Keta hanya didapatkan kadar protein sebesar 6,8%. Turunnya kandungan protein pada 24 sampel dipengaruhi oleh sampel tetua Gando Keta yang memiliki kandungan protein rendah. Sampel nomor 20 merupakan sampel yang paling baik karena kadar protein tinggi dapat sebagai penyusun hormon insulin yang berperan dalam mengatur dan mengirim glukosa ke sel. Rendahnya kandungan protein pada penelitian ini dikarenakan varietas memiliki proporsi daun yang rendah selain itu dipengaruhi umur. Hal ini didukung dengan pernyataan (Tillman *et al.*, 1991). Jumlah daun yang banyak dan panjang akan berpengaruh terhadap kadar protein hal ini disebabkan

karena daun sebagai tempat terjadinya fotosintesis dan respirasi (Wahyuni dan Kamaliyah, 2012).

Kadar protein dipengaruhi oleh faktor genetik dan lingkungan yang mencakup ketersediaan air, kesuburan tanah dan kondisi lingkungan (Azrai *et al.*, 2021). Kandungan dan komposisi protein tepung sorgum dipengaruhi oleh lingkungan tumbuhnya seperti ketersediaan air, tingkat kesuburan lahan, suhu, dan kondisi lingkungan selama pertumbuhan biji, serta faktor genetik (Jumaidi *et al.*, 2021). Kadar protein dalam produk pangan juga dapat berpengaruh terhadap indeks glikemik. Kadar protein yang tinggi, cenderung nilai indeks glikemik yang lebih tinggi (Rimbawan, 2004). Tekstur suatu produk berkaitan dengan kadar air dan kadar protein di mana semakin tinggi kadar protein akan semakin menyerap air. Menurut Makmoer (2006), daya serap air tergantung dari mutu protein dan jumlah kandungan asam amino polar dalam protein tepung.

#### **4.2.4 Lemak**

Lemak juga menjadi komponen penting dalam sorgum. Lemak pada sorgum terdiri dari asam lemak tak jenuh dan jenuh. Asam lemak tak jenuh pada sorgum sangat baik untuk kesehatan jantung, sedangkan asam lemak jenuh tidak dianjurkan karena bisa meningkatkan risiko penyakit jantung koroner. Kandungan nutrisi pada sorgum menjadi bukti bahwa sorgum bisa menjadi sumber pangan yang sangat baik untuk tubuh manusia. Sorgum sangat baik untuk dikonsumsi oleh orang yang memiliki gaya hidup sibuk dan kurang aktif.

Jenis lemak yang terkandung dalam sorgum cukup beragam, termasuk asam lemak jenuh dan tidak jenuh. Namun, sebagian besar lemak yang terkandung dalam sorgum adalah lemak tidak jenuh, terutama asam oleat dan linoleat. Asam oleat merupakan jenis lemak tidak jenuh tunggal yang juga terdapat pada minyak zaitun dan kacang-kacangan. Sementara itu, linoleat merupakan jenis lemak tidak jenuh ganda yang penting untuk kesehatan jantung dan menjaga kestabilan sel-sel tubuh. Berdasarkan hasil pengujian SPSS pada kadar lemak, dapat diketahui bahwa nilai signifikan  $< 0,05$  maka hasil analisis sampel berbeda nyata karena pada uji SPSS didapatkan nilai sampel signifikan sebesar 0,024. Dapat diketahui bahwa perbedaan sampel menyebabkan perbedaan kandungan lemak yang signifikan,  $F(23.23) =$

2.336 dimana nilai didapat dari nilai db dari variable bebas dan db 2 dari db galat, dan hasil yang diperoleh adalah nilai dari F hitung.

Berdasarkan uji *Duncan*, dapat diketahui sampel nomor 23 secara signifikan lebih tinggi dari sampel yang lainnya. Dilihat pada tabel 5 menunjukkan sampel dengan *superscript* yang sama tidak berbeda nyata, sebaliknya sampel dengan *superscript* yang berbeda artinya berbeda nyata. Pada kadar lemak memiliki *superscript* yang berbeda menunjukkan bahwa sampel berbeda nyata, kadar lemak tertinggi pada sampel nomor 23 dengan *superscript* (cd) yang berbeda dengan sampel lainnya.

Berdasarkan hasil dari uji kadar lemak didapatkan sampel dengan kadar tertinggi adalah sampel nomor 23 dengan kadar 5,02% dan kadar terendah pada sampel nomor 18 dengan kadar 4,36%. Pada sampel tetua Bioguma 1 didapatkan kandungan lemak lebih rendah yaitu 4,08% dibandingkan dengan sampel tetua Gando Keta dengan kandungan sebesar 5,15%. Tetua sorgum Bioguma 1 memiliki kandungan lemak lebih rendah dari 24 sampel hasil persilangan. Hal ini menunjukkan persilangan oleh tetua Bioguma 1 yang mempunyai kandungan lemak rendah tidak terlalu mempengaruhi pada kandungan lemak pada hasil persilangan. Sampel nomor 18 merupakan sampel yang paling baik karena lemak yang terdapat pada tepung akan mempengaruhi masa simpan dari tepung, semakin rendah lemak maka masa simpannya akan semakin baik (Shobana *et al.*, 2013). Menurut Suzuki (1981) menjelaskan bahwa kadar air mempunyai hubungan terbalik dengan lemak, semakin rendah lemak maka semakin tinggi kadar airnya. Karena kadar lemak tinggi pada tepung sorgum dapat mempercepat rasa tengik karena oksidasi lemak dan peningkatan kadar air, yang merusak kondisi fisik dan nutrisi bahan. Akibatnya, rendahnya kadar lemak akan menguntungkan penyimpanan dan sifat sensorik (Awika dan Rooney, 2004).

#### **4.2.5 Pati**

Sebagian besar jenis tumbuhan tingkat tinggi menghasilkan pati sebagai polimer tidak larut dari residu glukosa. Ini juga digunakan sebagai cadangan makanan untuk jenis tumbuhan biji-bijian dan beberapa hasil pertanian lainnya. Semua pati tumbuhan tingkat tinggi disintesis didalam plastik. Beberapa fungsi pati

juga bergantung pada plastik tempat mereka terbentuk, contohnya pati transient dibentuk dalam kloroplas dan pati cadangan dibentuk dalam amiloplas. (Tetlow *et al.*, 2004). Berdasarkan hasil pengujian SPSS pada kadar pati, dapat diketahui bahwa nilai signifikan  $< 0,05$  maka hasil analisis sampel berbeda nyata karena pada uji SPSS didapatkan nilai sampel signifikan sebesar 0,007. Dapat diketahui bahwa perbedaan sampel menyebabkan perbedaan kandungan pati yang signifikan,  $F(23,23) = 2.865$  dimana nilai didapat dari nilai db dari variable bebas dan db 2 dari db galat, dan hasil yang diperoleh adalah nilai dari F hitung.

Berdasarkan uji *Duncan*, dapat diketahui sampel nomor 24 secara signifikan lebih tinggi dari sampel yang lainnya. Dilihat pada tabel 5 menunjukkan sampel dengan *superscript* yang sama tidak berbeda nyata, sebaliknya sampel dengan *superscript* yang berbeda artinya berbeda nyata. Pada kadar pati memiliki *superscript* yang berbeda menunjukkan bahwa sampel berbeda nyata, kadar pati tertinggi pada sampel nomor 24 dengan *superscript* (e) yang berbeda dengan sampel lainnya.

Berdasarkan hasil dari uji kadar pati didapatkan sampel dengan kadar tertinggi adalah sampel nomor 24 dengan kadar 74,25% dan kadar terendah pada sampel nomor 16 dengan kadar 50,40%. Pada kedua tetua kandungan pati yang didapatkan lebih tinggi daripada 24 sampel hasil persilangan, hal ini menunjukkan persilangan antara tetua Bioguma 1 dan Gando Keta menurunkan kandungan pati pada hasil persilangan. Kandungan pati Bioguma 1 sebesar 74,25% dan Gando Keta sebesar 86,62%. Menurut Suarni (2016) Sorgum cocok dikembangkan menjadi tepung karena memiliki kandungan pati sebesar 69,5%. Sampel nomor 1, 14, 15 dan 24 merupakan sampel yang baik karena memiliki kandungan pati diatas 69,5%. Rata-rata kadar pati yang didapatkan rendah dikarenakan biji sorgum langsung dihaluskan tanpa dilakukan penyosohan sebelumnya. Proses penyosohan sendiri merupakan proses menghilangkan kulit luar sorgum dan lembaga tanpa merusak lapisan aleuron dan endosperm yang bertujuan untuk menghasilkan beras sorgum yang bersih (Firmansyah *et al.*, 2013).

Beberapa faktor yang dapat menyebabkan perbedaan kandungan pati pada setiap tanaman adalah perbedaan varietas, lingkungan tempat tumbuh seperti tanah,

cahaya, dan iklim, serta umur panen. Komposisi amilosa dan amilopektin juga berpengaruh terhadap pati. Ratnayake *et al.*, (2002) menyatakan bahwa amilopektin berpengaruh terhadap proses pengembangan granula pati. Amilosa dapat menghambat pengembangan granula pati dengan membentuk kompleks bersama lemak yang menghambat kenaikan viskositas puncak pada suhu yang tinggi (Singh *et al.*, 2010).

Rahmiati (2016) menjelaskan produk yang dihasilkan sangat dipengaruhi oleh rasio amilosa dan amilopektin yang tinggi atau rendah di dalam pati. Kusnandar (2010) menjelaskan bahwa ketika sumber pati digunakan dalam pembuatan *gel* atau *film*, jenis pati yang mengandung amilosa lebih tinggi diperlukan untuk membentuk ikatan hidrogen saat pasta pati dibuat. Pati dengan kadar amilosa tinggi biasanya digunakan dalam pembuatan gel atau film pada film biodegradable (lapisan tipis yang digunakan untuk melapisi makanan), kapsul, soun, bihun, dan mie (Abidin, 2009).

Pada jenis tumbuhan tingkat tinggi, pati berfungsi sebagai tempat penyimpanan amiloplas, cadangan makan jangka panjang, yang dibuat dari sukrosa. (Zeeman *et al.*, 2010). Pati adalah homopolimer glukosa yang memiliki ikatan  $\alpha$ -glikosidik. Pada suhu ruang, pati berbentuk kristal bergranula yang tidak larut dalam air. Jenis tanaman menentukan bentuk dan ukuran granula pati. Dua komponen utama pati adalah amilosa dan amilopektin, serta komponen antara, seperti protein dan lemak. Secara umum, pati terdiri dari 5-15 persen amilosa, 70-80% amilopektin, dan 5-10% komponen antara (Koswara, 2009).

#### **4.2.6 Amilosa**

Amilosa adalah bagian dari pati yang terdapat dalam tumbuh-tumbuhan terutama pada padi-padian, biji-bijian dan umbi-umbian (Ulyarti, 1997). Berdasarkan hasil pengujian SPSS pada kadar amilosa, dapat diketahui bahwa nilai signifikan  $< 0,05$  maka hasil analisis sampel berbeda nyata karena pada uji SPSS didapatkan nilai sampel signifikan sebesar 0,000. Dapat diketahui bahwa perbedaan sampel menyebabkan perbedaan kandungan amilosa yang signifikan,  $F(23.23) = 28.088$  dimana nilai didapat dari nilai db dari variable bebas dan db 2 dari db galat, dan hasil yang diperoleh adalah nilai dari F hitung.

Berdasarkan uji *Duncan*, dapat diketahui sampel nomor 18 secara signifikan lebih tinggi dari sampel yang lainnya. Dilihat pada tabel 5 menunjukkan sampel dengan *superscript* yang sama tidak berbeda nyata, sebaliknya sampel dengan *superscript* yang berbeda artinya berbeda nyata. Pada kadar amilosa memiliki *superscript* yang berbeda menunjukkan bahwa sampel berbeda nyata, kadar amilosa tertinggi pada sampel nomor 18 dengan *superscript* (h) yang berbeda dengan sampel lainnya.

Berdasarkan hasil dari uji kadar amilosa didapatkan sampel dengan kadar tertinggi adalah sampel nomor 18 dengan kadar 20,45% dan kadar terendah pada sampel nomor 22 dengan kadar 14,23%. Pada sampel tetua didapatkan kandungan amilosa yang tidak jauh berbeda yaitu sebesar 18,12% dan 18,65%. Sampel nomor 22 merupakan sampel paling baik karena kandungan tepung dengan kadar amilosa yang rendah memiliki kadar amilopektin tinggi, dimana amilopektin bersifat merangsang terjadinya proses mekar, sehingga produk pangan yang dihasilkan bersifat renyah, ringan dan garing (Hersoelistyorini, 2015). Kadar amilosa yang rendah menyebabkan tepung yang lunak atau pulen karena dalam produk makanan, pati dengan kandungan amilosa tinggi, cenderung menghasilkan produk yang keras karena proses mengembangnya terbatas (Koswara, 2009). Kandungan amilosa biasanya lebih tinggi dibandingkan amilopektin, berkisar antara 20-30%. Rasio amilosa dan amilopektin dalam granula pati sangat penting dan sering digunakan sebagai parameter dalam pemilihan sumber pati serta untuk digunakan dalam proses pengolahan pangan untuk memberikan sifat fungsional yang diinginkan. (Kusnandar, 2010).

Kadar amilosa sangat berpengaruh pada tingkat kerenyahan atau pengembangan suatu produk pangan. Penelitian Supriyadi (2012) menjelaskan, bahwa amilosa meningkatkan kekerasan sampel dibandingkan dengan amilopektin, sehingga konsistensi kekerasan sampel meningkat dengan kandungan amilosa yang lebih tinggi sedangkan kerenyahan sampel menurun, menyebabkan stick memiliki tekstur renyah. Tepung dengan kadar amilosa yang rendah memiliki kadar amilopektin yang tinggi; amilopektin merangsang proses mekar, yang



menghasilkan produk makanan yang renyah, ringan, porus dan garing (Hersoelistyorini, 2015).

Amilosa menghasilkan gel yang keras dan film yang kuat, dan mudah larut dalam air. (Ashogbon dan Akintayo, 2013). Namun, ketika amilopektin dipanaskan dalam air, akan membentuk lapisan transparan yang larutan dengan viskositas tinggi dan untaian tali. Tidak ada retrogradasi atau pembentukan gel (Herawati, 2011). Amilopektin merangsang proses mekar pada produk makanan, sehingga makanan yang terbuat dari pati dengan kandungan amilopektin tinggi akan ringan, porus, garing, dan renyah (Koswara, 2009). Kandungan amilosa memiliki pengaruh yang kuat terhadap karakteristik produk. Menurut Charles *et al.*, (2005) Tepung beramilosa tinggi memiliki gel tepung yang lebih keras, adesif, dan kompak dibandingkan tepung beramilosa rendah dan sedang (Lin *et al.*, 2011). Kadar amilosa adalah rantai lurus yang terdiri dari molekul-molekul glukosa yang merupakan pati dengan struktur tidak bercabang (Boediono, 2012).

#### **4.2.7 Tanin**

Tanin merupakan salah satu jenis senyawa polifenol pada biji sorgum yang berada di bagian lapisan epikarp, endokarp dan testa. Berdasarkan hasil pengujian SPSS pada kadar tanin, dapat diketahui bahwa nilai signifikan  $< 0,05$  maka hasil analisis sampel berbeda nyata karena pada uji SPSS didapatkan nilai sampel signifikan sebesar 0,000. Dapat diketahui bahwa perbedaan sampel menyebabkan perbedaan kandungan tanin yang signifikan,  $F(23.23) = 9.627$  dimana nilai didapat dari nilai db dari variable bebas dan db 2 dari db galat, dan hasil yang diperoleh adalah nilai dari F hitung.

Berdasarkan uji *Duncan*, dapat diketahui sampel nomor 22 secara signifikan lebih tinggi dari sampel yang lainnya. Dilihat pada tabel 5 menunjukkan sampel dengan *superscript* yang sama tidak berbeda nyata, sebaliknya sampel dengan *superscript* yang berbeda artinya berbeda nyata. Pada kadar tanin memiliki *superscript* yang berbeda menunjukkan bahwa sampel berbeda nyata, kadar tanin tertinggi pada sampel nomor 22 dengan *superscript* (f) yang berbeda dengan sampel lainnya.

Berdasarkan hasil dari uji kadar tanin didapatkan sampel dengan kadar tertinggi adalah sampel nomor 22 dengan kadar 0,92% dan kadar terendah pada sampel nomor 9 dengan kadar 0,17%. Kandungan tanin pada tetua Gando Keta jauh lebih tinggi dari 24 sampel hasil persilangan hal ini selaras dengan Gando Keta yang memiliki warna gelap dikarenakan tanin sebagai penyusun pigmen jadi semakin tinggi tanin maka akan semakin gelap warna bijinya. Sedangkan kandungan tanin pada 24 sampel ini rendah dikarenakan dari warna lebih mengarah ke Bioguma 1 yang berwarna kuning muda yang mempunyai kandungan tanin rendah. Kandungan tanin pada sorgum dipengaruhi oleh perbedaan genotif (Taleon *et al.*, 2014). Penelitian yang telah dilakukan oleh Palacios *et al.*, (2021) terhadap sorgum yang dikembangkan di Brazil menunjukkan bahwa tanin dalam sorgum merah lebih tinggi dibandingkan sorgum coklat dan ungu, konsentrasi tanin dalam sorgum juga sangat dipengaruhi oleh genetik dari tanaman tersebut.

Sampel nomor 9 merupakan sampel yang paling baik karena mempunyai nilai tanin yang paling rendah, Tanin memiliki kemampuan berikatan dengan protein sehingga membentuk kompleks dengan protein dan mampu menurunkan mutu dan daya cerna protein (Von Elbe dan Schwartz, 1996) juga memiliki kemampuan untuk berikatan dengan polimer lainnya, seperti polisakarida (pati), sehingga enzim pencernaan seperti amilase dan tripsin menjadi lebih sulit untuk mencernanya. (Griffith dan Moseley, 1980). Kandungan tanin yang tinggi membuat tepung sorgum menjadi pahit. Meskipun sorgum memiliki kandungan gizi yang tinggi (terutama protein dan karbohidrat) dan lebih baik dari beras, nilai gizinya turun dan relatif rendah. (Suprpto dan Mudjisihono, 1987).

Senyawa fenolik pada tanin biji sorgum mengalirkan kromium. Faktor-faktor seperti ikatan gugus hidroksil pada cincin aromatik, posisi ikatan, posisi bolak-balik hidroksil pada cincin aromatik, dan kemampuan senyawa fenolik untuk menyediakan hidrogen atau elektron sebagai donor biasanya memengaruhi aktivitas antioksidan senyawa fenolik. Tanin mempunyai efek antioksidan yang tinggi karena mempunyai banyak cincin aromatik dan gugus hidroksil. Dengan membentuk struktur khelat, pengikatan antara senyawa kromium dan fenolik mulai

terjadi pada lokasi yang membentuk ikatan kuat. Ketika situs yang kuat menjadi jenuh, ikatan yang lebih lemah akan terjadi (Takuo dan Hideyuki, 2011).

#### **4.2.8 Karbohidrat**

Dilihat pada tabel 5 nilai tertinggi pada kandungan karbohidrat yaitu sampel nomor 15 dengan kandungan sebesar 81,80% sedangkan kandungan karbohidrat terendah pada sampel nomor 24 dengan kandungan sebesar 74,58%. Pada tetua persilangan didapatkan kandungan karbohidrat yang lebih tinggi yaitu sebesar 76,50% dan 76,77%. Sampel nomor 15 merupakan sampel yang paling baik karena semakin tinggi karbohidrat akan semakin bagus dikarenakan karbohidrat merupakan sumber energi bagi sel-sel jaringan tubuh dan juga karbohidrat pada sorgum sangat baik bagi metabolisme tubuh karena lambat dipecah, sehingga menimbulkan perasaan kenyang lebih lama. Karbohidrat dapat mempengaruhi warna, rasa dan tekstur karena mengandung gula pereduksi dengan gugus amonia pada protein. Jumlah kandungan karbohidrat setiap tanaman bervariasi, karena setiap tanaman memiliki kemampuan yang berbeda-beda dalam melakukan proses fotosintesis. Perbedaan kemampuan proses fotosintesis dalam pembentukan karbohidrat dipengaruhi oleh faktor genetik dan lingkungan yang ada di sekitar tanaman, salah satu faktor lingkungan yang mempengaruhi adalah jarak tanam (Suranny, 2009). Hal ini disebabkan jarak tanam yang lebih lebar akan memberikan kesempatan yang lebih bagi tanaman untuk mendapatkan cahaya, air dan unsur hara. Dalam penelitian ini karbohidrat yang akan diteliti adalah karbohidrat dalam bentuk pati pada biji sorgum (Sobariah, 1999).

Karbohidrat pada biji sorgum terdiri dari tiga jenis karbohidrat yaitu pati, gula terlarut dan serat. Pati merupakan karbohidrat utama yang disimpan sebagian besar sorgum. Hal ini disebabkan karena kandungan karbohidrat lebih dominan dipengaruhi oleh genetik dalam pembentukan dan pengisian pati pada biji. Salisbury dan Ross (1995) menyatakan bahwa pembentukan dan pengisian biji sangat ditentukan oleh kemampuan genetik tanaman yang berhubungan dengan sumber asimilat dan tempat penumpukannya pada tanaman.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil analisis fisiko kimia dari 24 sorgum *pale yellow* hasil persilangan antara Bioguma 1 dan Gando Keta didapatkan sampel yang memiliki kadar air terendah pada nomor 21 (5,58%), pada kadar abu terendah nomor 19 (1,06%), pada protein tertinggi nomor 20 (8,64%), pada lemak terendah nomor 18 (4,36%), pada karbohidrat tertinggi nomor 15 (81,80%), pada pati tertinggi nomor 24 (65,13%), pada amilosa terendah nomor 22 (14,23%) dan pada tanin terendah nomor 9 (0,17%). Hasil penelitian ini dapat digunakan untuk memodifikasi atau memperbaiki keturunan persilangan sorgum untuk dijadikan tepung yang lebih pulen.

#### **5.2 Saran**

Saran untuk penelitian selanjutnya yaitu perlu dilakukan karakterisasi untuk keturunan hasil persilangan f4.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adisty, Randy. (2006). Kajian nasi sorgum sebagai pangan fungsional. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Andarwulan, N., F. Kusnandar, dan Herawati. (2011). Analisis Pangan. Jakarta: Dian Rakyat.
- Andriani, A. & Isnaini, M. (2013). Morfologi dan fase pertumbuhan sorgum. Inovasi Teknologi dan Pengembangan. 47.
- AOAC. (2005). Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists. Benjamin Franklin Station. Washington.
- Awika, J.M. and L.W. Rooney. (2004). Sorghum phytochemical and their potential impact on human health. J. Phytochem. 65: 1199-1221.
- Azrai, M., M.B. Pabendon, M., Aqil, A. Yuliani, dan N.N. Andayani. (2021). Teknologi Budidaya Sorgum Unggul (Tanaman Pangan). 1st ed. Cv. Cakrawala Yogyakarta. Yogyakarta.
- Badan Litbang Pertanian. (2011). Inovasi Pengolahan Singkong Meningkatkan Pendapatan dan Diversifikasi Pangan. Jakarta Agro Inovasi.
- Balai Penelitian dan Pengembangan Pertanian. (2014). Tanah Andosol di Indonesia; Karakteristik, Potensi, Kendala, dan Pengelolaannya untuk Pertanian. Kementerian Pertanian. Bogor.
- Badan Standardisasi Nasional. (2002). Standar Nasional Indonesia (SNI) 01-3157:2002.
- Barcelo I and Poschenrieder C., Gunse B. (1986). Water relation of chromium (VI) treated bush bean plants (*Phaseolus vulgaris L. Ev. Contender*) under both normal and water stress condition. J. Exp. Bot. 37: 178-182.
- Boediono, Mario. P.A. (2012). Pemisahan dan Pencirian Amilosa dan Amilopektin dari Pati Jagung dan Pati Kentang pada Berbagai Suhu. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Bouman, P.J. (1980). Ilmu Masyarakat Umum Pengantar Sosiologi. Jakarta: PT Pembangunan.
- Brasieleiro, O.L. Cavalheiro, J.M.O. Prada, J.P., Anjos, A.G., & Cavalheri, T.B. (2012). Determinan of Chemical Composition and Functional

Properties Os Shrimp Waste Protein Concentrate and Lyophilized Flour. *Cienc Argotec. Lavras.* 36. (2). 189-194.

Daniel, N. and D. Eric. (2014). Exploring variation, relationships and heritability of traits among selected accessions of sorghum (*Sorghum bicolor (L.) Moench*) in the upper east region of Ghana. *J. Plant Breed. Genet.* 01(03): 101-107.

Dedi, N. (2017). Perbandingan Kadar Pati dari Bonggol Pisang Batu dan Pisang Raja. Padang STIFI Perintis.

Desmiaty, Y., Ratih, H., Dewi M.A, Agustin, R. (2008). Penentuan Jumlah Tanin Total pada Daun Jati Belanda (*Guazuma ulmifolia Lamk*) dan Daun Sambang Darah (*Excoecaria bicolor Hassk.*) Secara Kolorimetri dengan Pereaksi Biru Prusia. *Ortocarpus*, 106-109.

Diniz, G.S. Barbarino, E., Neto, J.O. Pacheco, S., & Lourenco, S.O. (2013). Gross Chemical Profile and Calculation of Nitrogen to Protein Conversion Factors For Nin Species of Fishes From Coast Waters of Brazil. *J.Aquat.R.* 41.(2). 254-264.

Firmansyah, U., Aqil, M., Suarni. (2013). Penanganan Pascapanen Sorgum: Inovasi Teknologi dan Pengembangan. IARD Press. Jakarta.

Fitriani, Rosmauli Jerimia, S.T.P. Rusdin Rauf, and Eni Purwani. (2016). Substitusi Tepung Sorgum Terhadap Elongasi dan Daya Terima Mie Basah dengan Volume Air yang Proporsional. Diss. Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Hoeman, S. (2007). Peluang dan potensi pengembangan sorgum. Makalah pada Workshop Peluang dan tantangan sorgum sebagai bahan baku bioetanol. Dirjen Perkebunan, Departemen Pertanian. Jakarta.

Iswahyutin, D. (1998). Penentuan Tanin Secara Tidak Langsung dengan Metode Spektrofotometri Serapan Atom. FMIPA Universitas Brawijaya Malang.

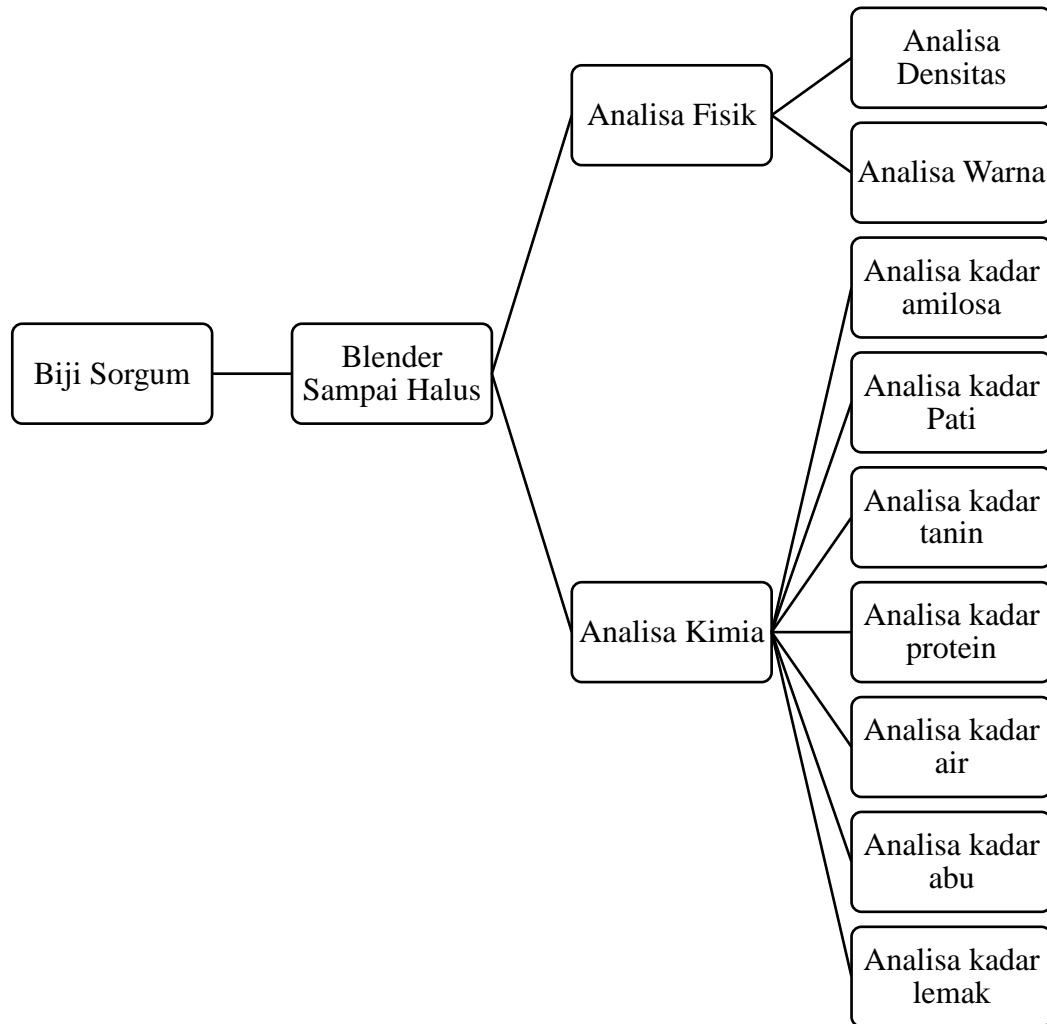
Jumaidi, O., M. Junda, C., Wiharto, Mu'nisa, dan N., Iriany. (2021). Teknologi Budidaya Tanaman Jagung (*Zea Mays*) dan Sorgum (*Sorghum Bicolor L.*). 1st ed. Biopress. Jambi.

- Kusnandar, F. (2010). Kimia Pangan Komponen Makro. Jakarta. Dian Rakyat.
- Lestari, E.G. Dewi Nur, A., Mastur Yunita, R. (2019). Interaksi genetik x lingkungan terhadap karakter agronomi dan komponen hasil sorgum manis (*Sorghum bicolor*) strain mutan. Keanekaragaman Hayati 20(12): 3705-3714. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d201233>.
- Magomya, A.M. Kubmarawa, D., Ndahi, J.A. & Yebpella. G.G. (2014). Determination of Plant Protein Via The Kjeldahl Method and Amino Acid Analysis: A Comparative Study. International Journal of Scientific & Technology Research. 3 (Issue 4). ISSN 2277-8616.
- Makmoer, H. (2006). Roti Manis & Donat. Jakarta. PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Mudjisihono, R. (1994). Studi Pembuatan Roti Campuran Tepung Jagung dan Sorgum. Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia 4 (I) : 16-22.
- Mudjisihono, R. dan D.S. Damardjati. (1987). Prospek Kegunaan Sorgum sebagai Sumber Pangan dan Pakan. Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian VI (I) : 1-5.
- Mulimani, V.H. Supriya, D. (1994). Tannic acid content in sorghum (*Sorghum bicolor* M.) Effects of processing. Plant Food Hum Nutr 46 (3) : 195-200.
- Nurdiansyah, M., Elza Z., dan Nurbaiti. (2015). Uji daya hasil dan mutu fisiologis benih beberapa genotipe sorgum manis (*Sorghum bicolor* (L) Moench) koleksi batan. Jom Faperto Vol 2 No.1.
- Panjaitan, R., E. Zuhry. dan Deviona. (2015). Karakterisasi dan Hubungan Kekerabatan 13 Genotipe Sorgum (*Sorghum bicolor* (L.) Mouch) Koleksi Batan. Jom Faperta 2(1): 1689–1699.
- Rachmawati, D.S. (2018). Hubungan antara asupan protein dengan stunting pada anak sekolah di madrasah ibtdaiyyah muhammadiyah kartasura. Skripsi. Universitas Muhammadiyah Surakarta. Jawa tengah-Indonesia.
- Rifa'i, Sumeru Ashari. and Damanhuri. (2015). Keragaan 36 Aksesori Sorgum (*Sorghum bicolor* L.). Diss. Brawijaya University.

- Rooney, L.W. and F.R. Miller. (1982). Variation In The Structure and Kerrel Characteristics of Sorghum. Proceeding of a Symposium of sorghum and millets for Human Food, Tropical Product Institute London.
- Rosmisari, A. (2006). Tepung Jagung Komposit, Pembuatan dan Pengolahannya. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Inovatif Pascapanen Pengembangan Pertanian. BPPPT.
- Sagel, R., Kole, P. (1993). Pedoman Pengerjaan Beton. Jakarta Erlangga.
- Saifudin, Aziz, Viesa Rahayu, Hilwan, Yuda. (2011). Standarisasi Bahan Obat Alam. Edisi I. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Shankar, A.K. Cervantes C, Herminia LT, Audainayagam S. (2005). Chromium toxicity in plants. *Environ Int* 31:739-753.
- Sharma, A.D. Brar M.S. and Malhi, S.S. (2005). Critical toxic range of Transgenic Plants in spinach plant and soil. *J. Plant Nutr* 28:1555-1568.
- Salisbury, F.B. and C.W. Ross. (1995). *Plant Physiology*. Wardworth Publishing Company. Inc. Belmont. CA.
- Sobariah, L. (1999). Uji adaptasi dan pengaruh jarak tanam terhadap sorgum manis (*Sorghum bicolor* L) varietas Rio, RGV, dan Cowlay pada lahan kering iklim basah. Skripsi Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Suarni, dan S., Singgih. (2002). Karakteristik sifat fisik dan komposisi kimia beberapa varietas atau galur biji sorgum. *J. Stigma* 10 (2): 127–130.
- Suarni, N. (2004). Evaluasi sifat fisik dan kandungan kimia biji sorgum setelah penyosohan. *Jurnal Stigma* XII (1) : 88-89.
- Sudarmadji, S., B. Haryono, dan Suhardi. (2003). *Analisa Bahan Makanan dan Minuman*. Yogyakarta Liberty.
- Sudiyani, Y.J. Waluyo, A.P. Riandy, P. Primandaru, dan Novia. (2016). pengaruh temperatur dan waktu tinggal pada perlakuan awal bagas sorgum dengan metode Steam Explosion. *J. Tek. Kim.* 21(4): 48–57.
- Suprpto, H.S. & Mudjisihono, R. (1987). *Budidaya dan pengolahan sorgum*. Jakarta. Penebar Swadaya.

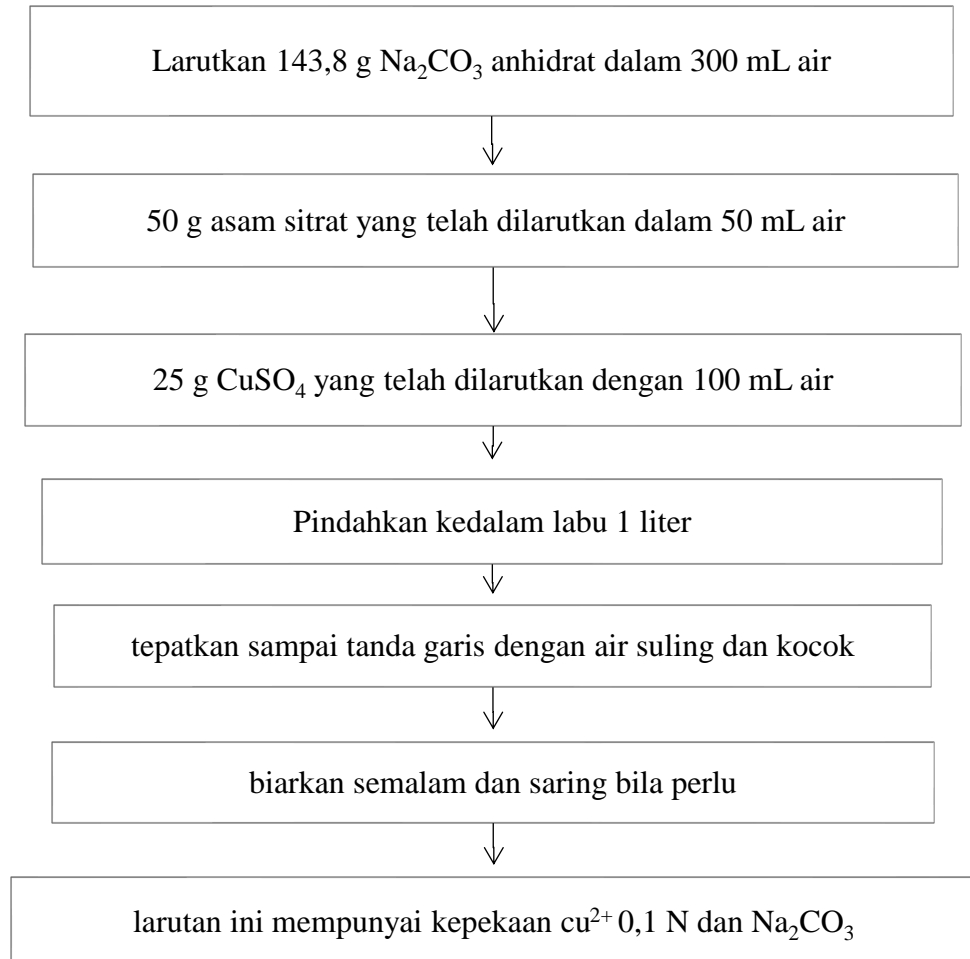


- Supriyatna, M.W. M., Iskandar, Y, Febriyanti, R.M. (2014). Prinsip Obat Herbal Sebuah Pengantar untuk Fitoterapi, Deepublish, www.deepublish.co.id. hal. 35.
- Suranny, L.K. (2009). Pengaruh jarak tanam terhadap pertumbuhan dan produktivitas sorgum (*Sorghum bicolor L.*) sebagai sumber karbohidrat. Skripsi Fakultas Biologi Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Tabri, F. dan Zubachtirodin. (2013). Budidaya Tanaman Sorgum. Maros. Balai Penelitian Tanaman Serealia.
- Tacoh, Edward, A., Rumambi, dan W.B. Kaunang. (2016). Pengaruh Penggunaan Pupuk Bokasi Kotoran Sapi Terhadap Produksi Sorgum Varietas Kawali. ZOOTEC 37.1: 88-95.
- Tjitrosoepomo, G. (2000). Morfologi Tumbuhan. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Ussysus, Z., Richert, J.S. & Adamczyk, M.I. (2009). Protein Quality and Functional Properties Of Shrimp Waste Protein Concentrate and Lyophilized Flour. Cienc Argotec. Lavras. 36. (2).189-194.
- Von Elbe, J.H. & Schwartz, S.J. (1996). Colorants. Dalam Fennema, O. R (Ed). "Food Chemistry". 3rd ed. New York: Marcel Dekker, Inc.
- Winarno, F.G. (2008). Kimia Bahan Pangan dan Gizi, Edisi IV, Jakarta : Gramedia Pustaka Utama.
- Winarno, F.G. (1997). Kimia Pangan dan Gizi. Jakarta. Gramedia Pustaka Utama.
- Wirnas, D., Gandhi, E.L. Sopandie, D. (2012) Evaluasi hasil galur sorgum F6 (*Sorghum bicolor (L.) Moench*). Seminar Nasional Sumber Daya Genetik dan Pemuliaan Tanaman: 290-299.
- Wulandari, I.A. (2012). Analisis Kadar Air, Abu, Karbohidrat (Pati), Protein, dan Lemak dalam Produk Sosis Sapi X dan Y yang Terdaftar pada BPOM RI. Skripsi. Surabaya: Fakultas Farmasi. Universitas Surabaya.
- Yunandra, Syukur, M. Maharijaya, M. (2017) Seleksi dan kemajuan seleksi karakter komponen hasil pada persilangan cabai keriting dan cabai besar. *Jurnal Agronomi Indonesia* 45(2): 170-75.

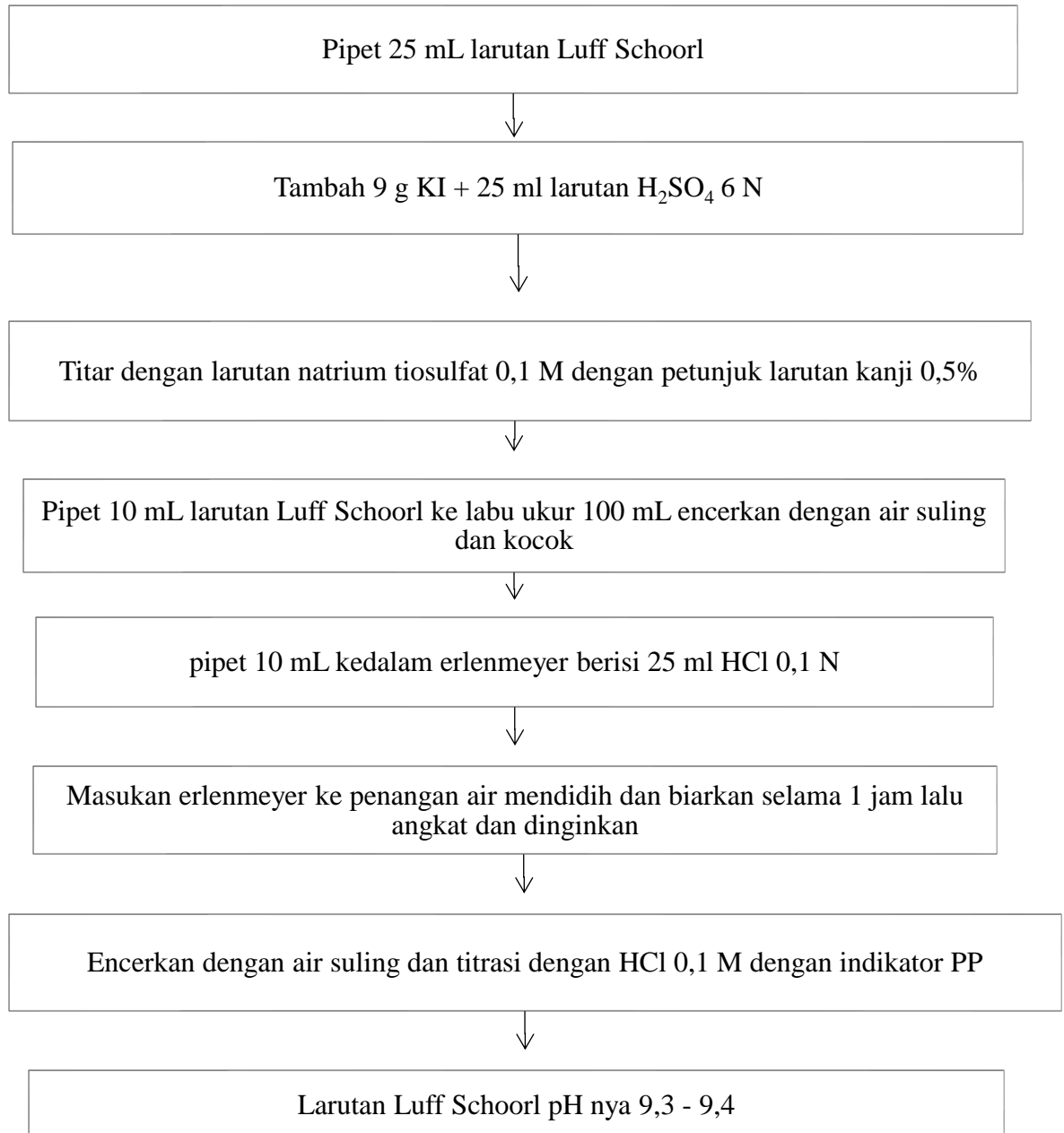
**LAMPIRAN****Lampiran 1 Diagram Alir Penelitian**

**Lampiran 2 Prosedur kerja**

- Pembuatan Larutan Luff Scroohl



- Pengujian Kepekaan Larutan luff Schoorl



- Analisis Kadar Pati

Sampel 1 g dimasukkan ke dalam erlenmeyer 500 mL dan ditambahkan 200 mL HCl 3%.



Lalu dihidrolisis selama 1-3 jam didalam otoklaf dengan suhu 105°C. Setelah terhidrolisis, sampel selanjutnya dinetralkan dengan NaOH 40%



Sampel dimasukkan ke labu takar 250 mL dan ditambahkan air destilata sampai mencapai tanda tera



Sampel sebanyak 10 mL dipipet kemudian dimasukkan ke erlenmeyer 250 mL dan ditambahkan 25 mL larutan Luff Schroll



Larutan dididihkan selama 10 menit pada pendingin tegak. Setelah itu sampel didinginkan di bawah air mengalir



Kemudian pada sampel ditambahkan 20 mL H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 25%.

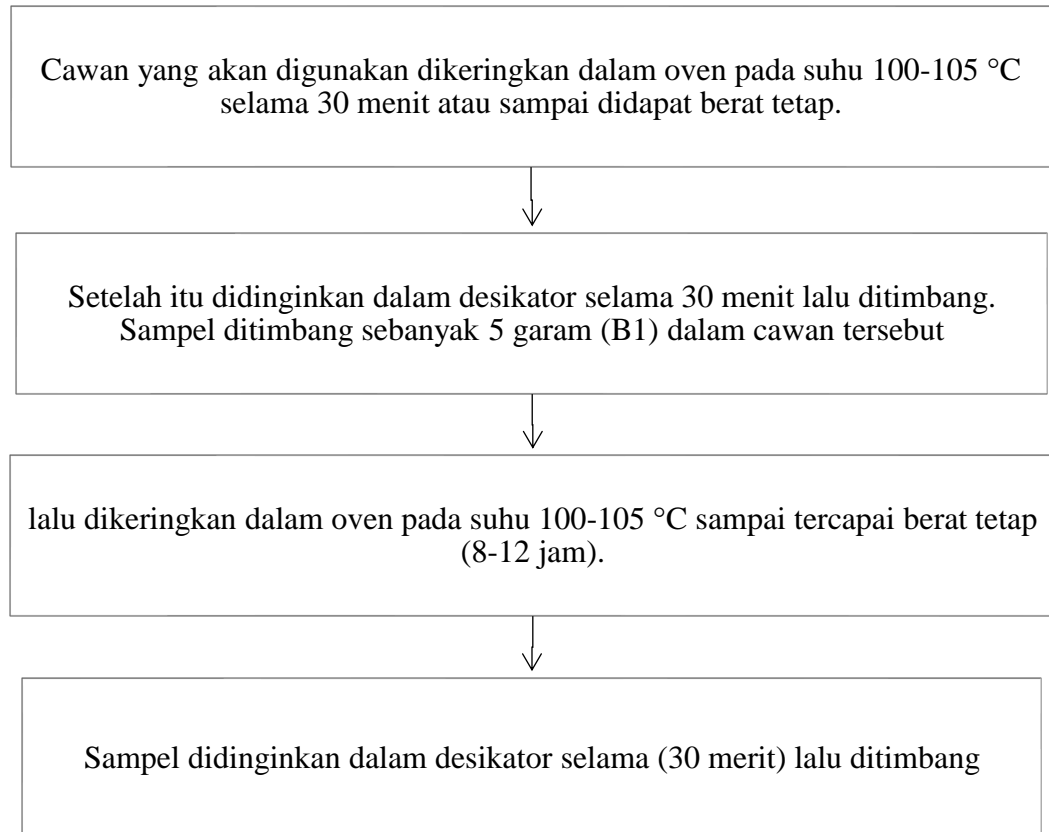


Larutan dititrasi menggunakan Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0,1 N dengan indikator kanji sampai hilang warnanya

(jumlah mg C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub> ditentukan berdasarkan selisih titrasi larutan tiosulfat antara blanko dan contoh menurut tabel Luff Schroll )

mL selisih titrasi tiosulfat 0,1 N	Jumlah mg C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub>	mL selisih titrasi tiosulfat 0,1 N	Jumlah mg C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub>
1	2.4	13	33.0
2	4.8	14	35.7
3	7.2	15	38.5
4	9.4	16	41.3
5	12.2	17	44.2
6	14.7	18	47.1
7	17.2	19	50.0
8	19.8	20	53.0
9	22.4	21	56.0
10	25.0	22	59.1
11	27.6	23	62.2
12	30.3	24	-

- Analisis Kadar Air



- Analisis Kadar Abu

Cawan yang akan digunakan dikeringkan terlebih dahulu 30 menit atau sampai didapat berat tetap dalam oven pada suhu 100-105 °C.

Setelah itu didinginkan dalam desikator selama 30 menit lalu ditimbang

Sampel sebanyak 5 gram dimasukkan dalam cawan yang telah diketahui beratnya,

kemudian dibakar dibakar diatas bunsen atau kompor listrik sampai tidak berasap.

Setelah itu dimasukkan dalam tanur pengabuan, kemudian dibakar pada suhu 400 °C sampai didapat abu berwarna abu-abu atau sampel beratnya tetap.

Kemudian suhu tanur dinaikkan sampai 550 °C selama 12-24 jam.

Kemudian sampel didinginkan dalam desikator selama 30 menit lalu ditimbang



- Analisis Kadar Protein

Sampel ditimbang sebanyak 0,1-0,5 g kemudian dimasukkan ke dalam labu kjeldahl, setelah itu HgO 40 mg, K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1,9 mg dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 2 mL juga dimasukkan kedalam labu tersebut



Destruksi dilakukan hingga larutan menjadi bening (1-1,5 jam). Hasil destruksi didinginkan dan diencerkan dengan 10-20 ml aquades secara perlahan.



Labu kjeldahl yang berisi sampel hasil destruksi dipindahkan ke alat destilasi, cuci dan bilas labu 5-6 kali dengan 1-2 mL air aquades lalu pindahkan pula air cucian dan bilasan tersebut ke alat destilasi



Letakkan erlenmeyer 125 mL berisi 5 mL larutan HBO<sub>3</sub> (asam borat) dan 2-4 tetes indikator



Tambahkan sampel hasil destruksi yang telah dipindahkan dengan 8-10 mL larutan NaOH-Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (natrium tiosulfat)



Kemudian lakukan destilasi sampai tertampung kira-kira 15 mL destilat dalam erlenmeyer



Encerkan isi erlenmeyer sampai kira-kira 50 mL. Selanjutnya masuk ke tahap titrasi.



Titrasi dilakukan pada sampel yang telah didestilasi dengan meneteskan HCl 0,02 N dari buret.

- Analisis Kadar Lemak

Sampel ditimbang sebanyak 5 g (S) lalu dibungkus dengan dalam kertas saring dan dimasukkan dalam selongsong lemak.

Selongsong lemak ditutup dengan kapas bebas lemak dan dimasukkan ke dalam ruang ekstraktor tabung soxhlet

Lalu disiram dengan pelarut lemak (hexan), kemudian tabung tersebut dipasangkan pada alat destilasi soxhlet.

Kemudian dipasangkan pada alat destilasi di atas pemanas listrik bersuhu sekitar 80 T.

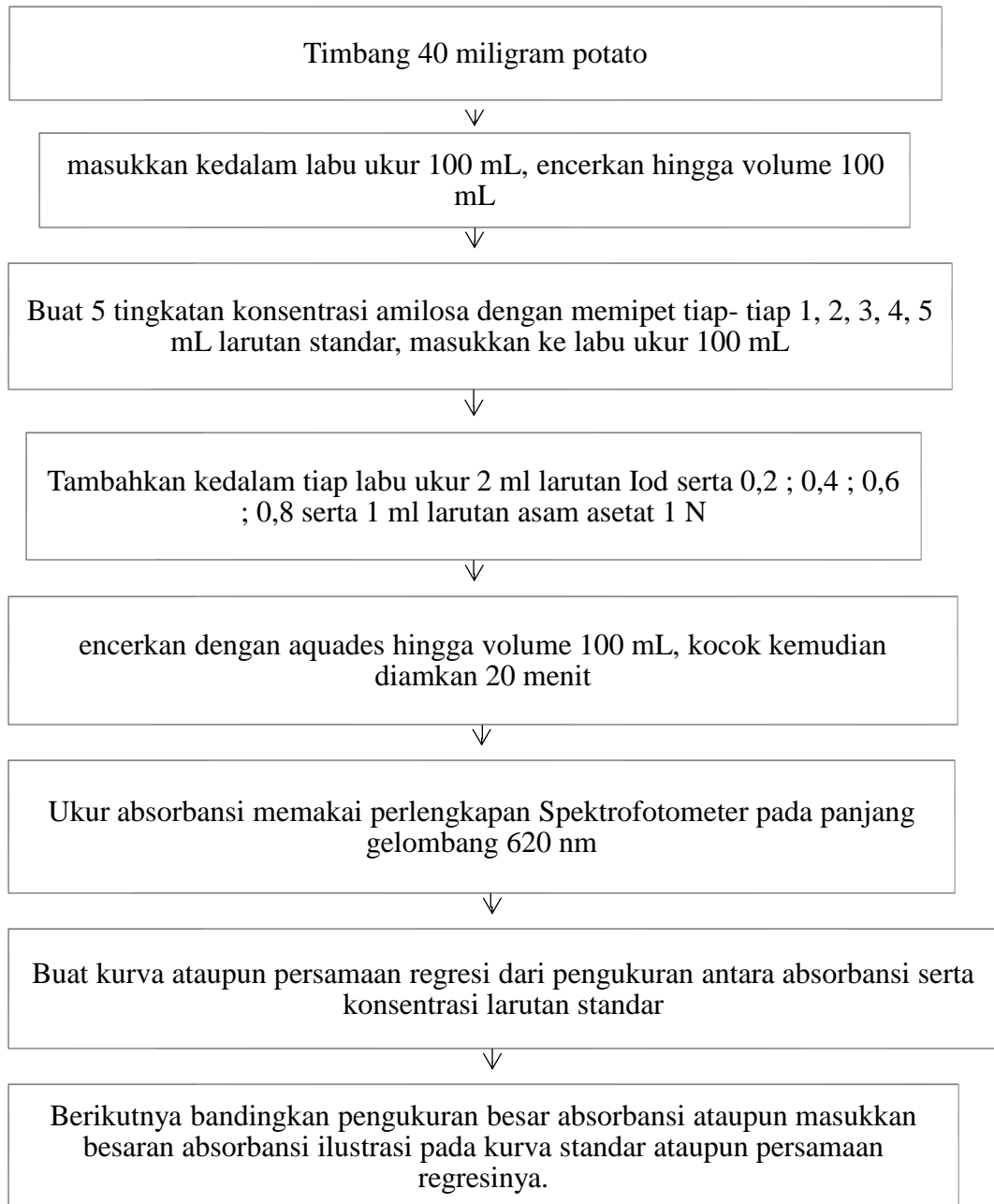
Refluks dilakukan selama minimum 5 jam sampai pelarut yang turun kembali ke labu lemak berwarna jernih

Pelarut yang ada di labu lemak tersebut didestilasi,

Selanjutnya labu yang berisi basil ekstraksi dipanaskan dalam oven pada suhu 105 °C selama 60 menit atau sampai beratnya tetap

Kemudian labu lemak didinginkan dalam desikator selama 20-30 menit dan ditimbang (B).

- Pembuatan Larutan Standar



- Analisis Kadar Amilosa

Timbang sampel 100 mg pati



masukkan kedalam labu ukur 100 ml tambahkan 1 mL etanol 95% serta 9 mL larutan NaOH 1 N



panaskan labu ukur dalam waterbath temperatur ( $95^{\circ}\text{C}$ ) sepanjang 10 menit



Angkat labu ukur dinginkan lalu encerkan dengan aquades hingga volume 100 ml serta Pipet 5 mL larutan



masukkan ke labu ukur 100 mL tambahkan 2 mL larutan iod



lalu 1 mL larutan asam asetat 1 N. Encerkan kembali dengan aquades hingga volume 100 mL



Kocok larutan tersebut, kemudian diamkan sepanjang 20 menit



Ukur absorbansi memakai perlengkapan Spektrofotometer pada panjang gelombang 620 nm

- Analisa Kadar Tanin

Sebanyak 0,5 gr biji sorgum yang sudah dihaluskan diekstrak dengan 50 ml HCl 1% dalam metanol. 0,1 mL ekstrak biji sorgum



ditambahkan 7,5 mL aquades serta 0,5 mL reagen folin phenol



1 ml larutan sodium karbonat 35% serta diencerkan jadi 10 mL dengan aquades.



Kemudian di homogenkan dan di amkan sepanjang 30 menit dengan temperatur ruang



Berikutnya sampel diukur memakai spektrofotometer dengan absorbansi 725 nm



Blanko memakai aquades dan larutan standar digunakan asam tanat dengan tingkatan konsentrasi dari 0,01 sampai 0,09 miligram/ mL

Sampel	Ulangan	Sampel	Sampel + Cawan Sebelum Dikeringkan	Sampel + Cawan Sesudah Dikeringkan	Kadar Air
1	1	2,0056	26,4099	26,2134	9,79
	2	2,0034	29,6071	29,5660	2,05
2	1	2,0074	29,3190	29,1016	10,82
	2	2,0054	28,3579	28,1510	10,31
3	1	2,0066	29,5229	29,3168	10,271
	2	2,0062	27,3582	27,1542	10,165
4	1	2,0030	35,2596	35,0322	11,350
	2	2,0011	32,6042	32,5011	5,152
5	1	2,0028	28,6803	28,4682	10,59
	2	2,0056	26,4365	26,3169	5,96
6	1	2,0008	46,3254	46,1901	6,76
	2	2,0077	28,0201	27,8869	6,63
7	1	2,0023	71,6853	71,4838	10,06
	2	2,0008	34,8448	34,5879	12,83
8	1	2,0017	38,0114	37,8341	8,85
	2	2,0012	29,7622	29,5035	12,92
9	1	2,0057	40,1720	39,8804	14,53
	2	2,0056	32,5806	32,3300	12,49
10	1	2,0019	32,9037	32,7421	8,07
	2	2,0073	29,3344	29,0807	12,63
11	1	2,0007	30,1010	29,9953	5,28
	2	2,0152	27,9672	27,7311	11,71
12	1	2,0042	28,6811	28,4514	11,46
	2	2,0059	27,3253	27,1505	8,71
13	1	2,0076	29,7693	29,6115	7,86
	2	2,0076	28,7805	28,5598	10,99
14	1	2,0005	30,1014	30,0092	4,60
	2	2,0005	29,7624	29,6252	6,85
15	1	2,0032	46,3276	46,2114	5,80
	2	2,0032	26,6732	26,5660	5,35
16	1	2,0098	71,6939	71,5710	6,11
	2	2,0046	27,4277	27,1734	12,68
17	1	2,0018	58,9695	58,7507	10,93
	2	2,0101	29,3602	29,2805	3,96
18	1	2,0021	30,1825	29,9991	9,16
	2	2,0162	27,8154	27,6001	10,67
19	1	2,0034	35,2597	35,0646	9,73
	2	2,0002	32,5694	32,3059	13,17
20	1	2,0003	29,8992	29,7596	6,97
	2	2,0017	34,0989	33,9877	5,55
21	1	2,0041	7,5734	7,4782	4,75
	2	2,0012	8,1572	8,0290	6,40

22	1	2,0101	7,9686	7,7337	11,68
	2	2,0025	8,0727	7,9109	8,07
23	1	2,0013	8,0719	7,8517	11,00
	2	2,0031	7,5026	7,2718	11,52
24	1	2,0015	7,6279	7,4050	11,13
	2	2,0008	7,7235	7,4989	11,22

Rumus:

$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{B1 - B2}{\text{berat sampel sebelum dikeringkan}} \times 100\%$$

Perhitungan:

$$\begin{aligned} \text{Kadar Air Sampel 1 Ulangan 1} &= \frac{26,4099 - 26,2134}{2,0056} \times 100\% \\ &= 9.79\% \end{aligned}$$

*\*Catatan: Perhitungan kadar sampel lainnya menggunakan perhitungan yang sama*

Sampel	Ulangan	Sampel	Cawan Kosong	Sampel + Cawan Sesudah Dikeringkan	Kadar Abu
1	1	2,0005	25,3282	25,3528	1,22
	2	2,0066	27,3182	27,3429	1,23
2	1	2,0083	30,5724	30,5992	1,33
	2	2,0062	27,7825	27,8026	1,00
3	1	2,0091	26,7694	26,7937	1,20
	2	2,0006	27,3244	27,3538	1,46
4	1	2,0054	30,5793	30,6227	2,16
	2	2,0044	25,3396	25,3753	1,78
5	1	2,0019	27,7529	27,7822	1,46
	2	2,0066	24,4791	24,5062	1,35
6	1	2,0056	30,5824	30,6060	1,17
	2	2,0089	27,7306	27,7529	1,11
7	1	2,0007	26,7762	26,8080	1,58
	2	2,0090	25,3097	25,3373	1,37
8	1	2,0141	27,6509	27,7003	2,45
	2	2,0002	30,5698	30,6104	2,02
9	1	2,0019	25,9561	25,9786	1,12
	2	2,0091	26,7701	26,7944	1,20
10	1	2,0011	25,3109	25,3506	1,98
	2	2,0101	24,4604	24,5017	2,05
11	1	2,0043	25,9444	26,0103	3,28
	2	2,0022	25,3295	25,3872	2,88
12	1	2,0098	27,3281	27,3569	1,43
	2	2,0043	25,3155	25,3441	1,42
13	1	2,0006	27,7621	27,7914	1,46
	2	2,0019	27,3287	27,3500	1,06
14	1	2,0228	24,4029	24,4289	1,28
	2	2,0020	25,9756	26,0074	1,58
15	1	2,0021	30,5746	30,5986	1,19
	2	2,0032	27,6234	27,6734	2,49
16	1	2,0924	30,5750	30,5996	1,17
	2	2,0016	27,8652	27,8875	1,11
17	1	2,0594	26,7735	26,8009	1,33
	2	2,0117	30,5785	30,5955	0,84
18	1	2,0324	27,6606	27,6849	1,19
	2	2,0034	27,7251	27,7562	1,55
19	1	2,0033	25,9512	25,9811	1,49
	2	2,0098	24,3996	24,4121	0,62
20	1	2,0047	25,3194	25,3479	1,42
	2	2,0038	30,5678	30,5973	1,47
21	1	2,0038	26,7738	26,8035	1,48
	2	2,0033	24,4153	24,4552	1,99



22	1	2,0004	33,2547	33,2842	1,47
	2	2,0016	30,5567	30,5865	1,48
23	1	2,0003	25,3016	25,3427	2,05
	2	2,0024	24,4025	24,4409	1,91
24	1	2,0018	27,6810	27,7048	1,18
	2	2,0004	33,2504	33,2873	1,84

Rumus:

$$\text{Kadar Abu (\%)} = \frac{B2 - B1}{\text{berat sampel}} \times 100\%$$

Perhitungan:

$$\begin{aligned} \text{Kadar Abu Sampel 1 Ulangan 1} &= \frac{25,3528 - 25,3282}{2,0005} \times 100\% \\ &= 1,22\% \end{aligned}$$

*\*Catatan: Perhitungan kadar sampel lainnya menggunakan perhitungan yang sama*

Sampel	Ulangan	Berat sampel	Volume HCl	Blanko	Kadar protein
1	1	0,5008	4,3	0,4	7.41
	2	0,5013	4,2	0,4	7.99
2	1	0,5003	3,6	0,4	6.60
	2	0,5026	4,0	0,4	6.83
3	1	0,5037	4,9	0,4	8.50
	2	0,5033	4,6	0,4	7,95
4	1	0,5042	4,1	0,4	6.60
	2	0,5067	4,3	0,4	7,34
5	1	0,5009	3,9	0,4	6.71
	2	0,5019	3,7	0,4	6,27
6	1	0,5071	4,6	0,4	7.93
	2	0,5087	4,1	0,4	6,93
7	1	0,5023	4,5	0,4	7.60
	2	0,5018	4,5	0,4	7.54
8	1	0,5009	3,3	0,4	5.19
	2	0,5028	3,8	0,4	6.24
9	1	0,5011	3,5	0,4	5.77
	2	0,5001	4,0	0,4	6.65
10	1	0,5006	4,5	0,4	7.50
	2	0,5031	4,5	0,4	7.53
11	1	0,5043	5,1	0,4	8.65
	2	0,5060	5,0	0,4	8.40
12	1	0,5062	4,7	0,4	7.88
	2	0,5054	5,0	0,4	8.40
13	1	0,5029	4,5	0,4	7.54
	2	0,5091	4,3	0,4	7.13
14	1	0,5002	4,2	0,4	6.92
	2	0,5016	4,2	0,4	7.05
15	1	0,5008	3,9	0,4	6.38
	2	0,5021	3,8	0,4	6.31
16	1	0,5008	4,4	0,4	7.45
	2	0,5000	4,4	0,4	7.45
17	1	0,5053	3,6	0,4	5.36
	2	0,5079	3,9	0,4	6.42
18	1	0,5225	4,2	0,4	6.54
	2	0,5391	4,4	0,4	6.91
19	1	0,5201	3,9	0,4	6.13
	2	0,5119	4,0	0,4	6.55
20	1	0,5018	5,2	0,4	8.67
	2	0,5120	5,0	0,4	8.12
21	1	0,5004	4,1	0,4	6.79
	2	0,5001	4,0	0,4	6.57

22	1	0,5018	4,7	0,4	8.13
	2	0,5082	4,8	0,4	8.17
23	1	0,5063	4,2	0,4	6.85
	2	0,5032	4,2	0,4	6.95
24	1	0,5009	4,6	0,4	7.67
	2	0,5002	4,3	0,4	7.17

Perhitungan kadar protein dapat diperoleh dengan :

$$\%N = \frac{(A-B) \times N \text{ HCl} \times 14}{Mg \text{ Sampel}} \times 100\%$$

Kadar Protein = %N x Faktor Konversi

Keterangan :

A = ml titrasi sampel

B = ml titrasi blanko

Faktor konversi = 6,25

Sampel	Ulangan	Bobot labu sebelum pemanasan (A)	Bobot labu setelah pemanasan (B)	Berat sampel	Kadar lemak
1	1	150,3251	150,4184	2,0033	4,66%
	2	147,9082	148,0003	2,0035	4,60%
2	1	150,7263	150,8170	2,0002	4,53%
	2	150,3926	150,4842	2,0032	4,57%
3	1	150,6465	150,7364	2,0009	4,49%
	2	148,0472	148,1381	2,0019	4,54%
4	1	150,7161	150,8071	2,0012	4,54%
	2	150,5620	150,6538	2,0008	4,59%
5	1	149,8163	149,9072	2,0035	4,53%
	2	148,0323	148,1236	2,0042	4,55%
6	1	148,6125	148,7013	2,0029	4,42%
	2	147,0890	147,1771	2,0038	4,40%
7	1	150,2161	150,3062	2,0027	4,49%
	2	150,0983	150,1886	2,0043	4,50%
8	1	150,3190	150,4100	2,0011	4,55%
	2	149,0773	149,1690	2,0006	4,58%
9	1	150,1326	150,2246	2,0005	4,60%
	2	147,6732	147,7648	2,0031	4,57%
10	1	149,7689	149,8604	2,0008	4,58%
	2	150,8003	150,8931	2,0007	4,64%
11	1	149,7276	149,8155	2,0003	4,40%
	2	151,9002	151,9892	2,0032	4,44%
12	1	149,9125	150,0041	2,0016	4,57%
	2	151,0340	151,1257	2,0064	4,57%
13	1	150,1156	150,2039	2,0020	4,41%
	2	149,6407	149,7292	2,0023	4,42%
14	1	150,3123	150,4034	2,0156	4,52%
	2	151,2009	151,2925	2,0147	4,55%
15	1	150,8163	150,9058	2,0111	4,45%
	2	148,0920	148,1810	2,0193	4,41%
16	1	150,7426	150,8342	2,0092	4,56%
	2	150,7692	150,8600	2,0073	4,52%
17	1	150,3725	150,4606	2,0086	4,39%
	2	146,9872	147,0764	2,0073	4,44%
18	1	150,7686	150,8559	2,0021	4,36%
	2	152,2873	152,3741	2,0089	4,32%
19	1	149,2826	149,3705	2,0036	4,39%
	2	152,5027	152,5905	2,0047	4,38%
20	1	150,1112	150,1998	2,0091	4,41%
	2	150,7809	150,8704	2,0101	4,45%
21	1	149,8650	149,9586	2,0325	4,60%

	2	153,0429	153,1361	2,0330	4,58%
22	1	149,6543	149,7512	2,0020	4,84%
	2	145,2940	145,3916	2,0038	4,87%
23	1	150,6661	150,7701	2,0704	5,02%
	2	151,8900	151,9948	2,0665	5,07%
24	1	150,2599	150,3608	2,0130	5,01%
	2	149,0024	149,1029	2,0099	5,00%

Perhitungan kadar lemak dapat diperoleh dengan :

$$\text{Kadar Lemak} = \frac{B - A}{\text{Berat sampel}} \times 100\%$$

Sampel	Ulangan	Selisih titrasi	Jumlah mg glukosa	Kadar Pati
1	1	13	33,0	74,25
	2	12	30,3	68,17
2	1	9	22,4	50,40
	2	10	25,0	56,25
3	1	12	30,3	68,17
	2	12	30,3	68,17
4	1	9	22,4	50,40
	2	11	27,6	62,10
5	1	13	33,0	74,25
	2	10	25,0	56,25
6	1	11	27,6	62,10
	2	12	30,3	68,17
7	1	11	27,6	62,10
	2	11	27,6	62,10
8	1	9	22,4	50,40
	2	11	27,6	62,10
9	1	8	19,8	44,55
	2	10	25,0	56,25
10	1	9	22,4	50,40
	2	11	27,6	62,10
11	1	10	25,0	56,25
	2	10	25,0	56,25
12	1	10	25,0	56,25
	2	11	27,6	62,10
13	1	11	27,6	62,10
	2	9	22,4	50,40
14	1	13	33,0	74,25
	2	12	30,3	68,17
15	1	12	30,3	68,17
	2	13	33,0	74,25
16	1	9	22,4	50,40
	2	9	22,4	50,40
17	1	12	30,3	68,17
	2	10	25,0	56,25
18	1	11	27,6	62,10
	2	10	25,0	56,25
19	1	9	22,4	50,40
	2	10	25,0	56,25
20	1	11	27,6	62,10
	2	12	30,3	68,17
21	1	11	27,6	62,10
	2	11	27,6	62,10

22	1	9	22,4	50,40
	2	11	27,6	62,10
23	1	8	19,8	44,55
	2	10	25,0	56,25
24	1	13	33,0	74,25
	2	13	33,0	74,25

$$\text{Kadar pati (\%)} = \frac{a \times 0,9 \times p}{\text{mg contoh}} \times 100 \%$$

$$\text{Sampel 1 (\%)} = \frac{33,0 \times 0,9 \times 25}{1000} \times 100\% = 74,25\%$$

Keterangan:

a : jumlah mg glukosa, fruktosa dan gula invert ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ )

p : faktor pengenceran

(jumlah mg  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$  ditentukan berdasarkan selisih titrasi larutan tiosulfat antara blanko dan contoh menurut tabel Luff Schroll)

*\*Catatan: Perhitungan kadar sampel lainnya menggunakan perhitungan yang sama*

Sampel	Ulangan	Absorbansi	Faktor pengenceran	Kadar amilosa
1	1	0,288	20	18,94%
	2	0,294	20	19,40%
2	1	0,288	20	18,94%
	2	0,293	20	19,32%
3	1	0,270	20	17,58%
	2	0,282	20	18,49%
4	1	0,268	20	15,67%
	2	0,292	20	18,17%
5	1	0,237	20	12,45%
	2	0,247	20	13,49%
6	1	0,290	20	17,96%
	2	0,291	20	18,07%
7	1	0,248	20	13,59%
	2	0,251	20	13,91%
8	1	0,281	20	17,03%
	2	0,280	20	16,92%
9	1	0,274	20	16,30%
	2	0,270	20	15,88%
10	1	0,241	20	12,87%
	2	0,243	20	13,07%
11	1	0,260	20	17,90%
	2	0,263	20	18,15%
12	1	0,263	20	18,15%
	2	0,263	20	18,38%
13	1	0,242	20	16,39%
	2	0,250	20	17,27%
14	1	0,292	20	20,58%
	2	0,301	20	21,61%
15	1	0,285	20	19,99%
	2	0,267	20	18,72%
16	1	0,285	20	19,99%
	2	0,266	20	18,63%
17	1	0,269	20	18,65%
	2	0,265	20	18,55%
18	1	0,307	20	21,31%
	2	0,309	20	21,45%
19	1	0,236	20	16,27%
	2	0,261	20	18,05%
20	1	0,237	20	16,34%
	2	0,241	20	16,63%
21	1	0,292	20	17,79%
	2	0,302	20	18,43%



22	1	0,219	20	17,04%
	2	0,232	20	18,11%
23	1	0,244	20	19,09%
	2	0,249	20	19,51%
24	1	0,246	20	19,25%
	2	0,247	20	19,34%

### Persamaan Linear

$$y = 0,265x + 0,037$$

$$0,259 = 0,265x + 0,037$$

$$x = \frac{0,259 - 0,037}{0,265} = 0,8377 \text{ ppm} \times 20 = 16,75 \%$$

*\*Catatan: Perhitungan kadar sampel lainnya menggunakan perhitungan yang sama*

Sampel	Ulangan	Berat sampel	Volume	Faktor pengenceran	Absorbansi	Kadar Tanin
1	1	25,1	0,025	10	0,120	0,56
	2	25,1	0,025	10	0,122	0,58
2	1	25,0	0,025	10	0,117	0,53
	2	25,0	0,025	10	0,113	0,49
3	1	25,2	0,025	10	0,112	0,35
	2	25,3	0,025	10	0,115	0,38
4	1	25,4	0,025	10	0,095	0,16
	2	25,3	0,025	10	0,103	0,25
5	1	25	0,025	10	0,113	0,36
	2	25,2	0,025	10	0,114	0,37
6	1	25,4	0,025	10	0,112	0,35
	2	25,2	0,025	10	0,109	0,32
7	1	25,3	0,025	10	0,103	0,25
	2	25	0,025	10	0,109	0,32
8	1	25,4	0,025	10	0,109	0,31
	2	25,2	0,025	10	0,111	0,34
9	1	25,2	0,025	10	0,104	0,26
	2	25,2	0,025	10	0,088	0,09
10	1	25,4	0,025	10	0,119	0,42
	2	25	0,025	10	0,096	0,17
11	1	25,2	0,025	10	0,094	0,15
	2	25,2	0,025	10	0,106	0,28
12	1	25,4	0,025	10	0,107	0,29
	2	25,2	0,025	10	0,092	0,13
13	1	25,1	0,025	10	0,094	0,15
	2	25,2	0,025	10	0,105	0,27
14	1	25,3	0,025	10	0,113	0,36
	2	25,1	0,025	10	0,102	0,24
15	1	25,1	0,025	10	0,106	0,28
	2	25,2	0,025	10	0,110	0,33
16	1	25	0,025	10	0,103	0,25
	2	25	0,025	10	0,117	0,41
17	1	25,3	0,025	10	0,112	0,35
	2	25,4	0,025	10	0,108	0,30
18	1	25,2	0,025	10	0,096	0,17
	2	25,2	0,025	10	0,105	0,27
19	1	25	0,025	10	0,101	0,23
	2	25,1	0,025	10	0,098	0,20
20	1	25,4	0,025	10	0,110	0,32
	2	25,2	0,025	10	0,109	0,32
21	1	25,1	0,025	10	0,120	0,53
	2	25,2	0,025	10	0,111	0,44

22	1	25,2	0,025	10	0,141	0,76
	2	25	0,025	10	0,170	1,08
23	1	25,4	0,025	10	0,099	0,68
	2	25,4	0,025	10	0,103	0,72
24	1	25,3	0,025	10	0,107	0,76
	2	25,3	0,025	10	0,098	0,67

### Persamaan Linear

$$y = 0,0956x + 0,0662$$

$$0,118 = 0,0956x + 0,0662$$

$$x = \frac{0,118 - 0,0662}{0,0956} = 0,542$$

$$\text{Sampel 1 (simplo)} = \frac{C\left(\frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) \times V(\text{L}) \times \text{fp}}{\text{Berat Sampel}} = \frac{0,542 \times 0,025 \times 10}{25,4} = 0,0053 \text{ mg/L} \times 100\% = 0,53 \%$$

\*Catatan: Perhitungan kadar sampel lainnya menggunakan perhitungan yang sama

### Lampiran 3. Tabel Karakteristik

- Densitas

NO.	Sampel	Nomor Galur	Densitas
1	6	1--5-8	0,50
2	7	1--5-23	0,46
3	8	1--5—25	0,49
4	9	3 – 3-3	0,45
5	10	3 – 3-11	0,52
6	11	3--4 – 1	0,54
7	12	3-4 – 5	0,49
8	13	3-4 – 12	0,46
9	14	3-4 – 26	0,51
10	15	3--4 – 30	0,53
11	16	3-6 – 8	0,42
12	17	3-6 – 9	0,49
13	18	3-6– 11	0,52
14	19	3-6 – 15	0,55
15	20	3-6 – 16	0,47
16	21	3-6– 21	0,47
17	22	3-6– 22	0,52
18	23	3-6 – 23	0,45
19	24	3-6 – 26	0,60
20	25	3-6 – 29	0,45
21	32	14--1-10	0,55
22	42	14-4-1-4	0,48
23	49	2-5-2-10	0,47
24	50	2-5-2-29	0,46

- Warna

Sampel	Nomor Galur	Warna
1	1 – 4-6	Light Yellow
2	1 – 4-12	Light Yellow
3	1 – 4-13	Light Yellow
4	1 – 4-22	Light Yellow
5	1 – 4-23	Light Yellow
6	1--5-8	Pale Yellow
7	1--5-23	Pale Yellow
8	1--5--25	Pale Yellow
9	3 – 3-3	Pale Yellow
10	3 – 3-11	Pale Yellow
11	3--4 – 1	Pale Yellow
12	3-4 – 5	Pale Yellow
13	3-4 – 12	Pale Yellow
14	3-4 – 26	Pale Yellow
15	3--4 – 30	Pale Yellow
16	3-6 – 8	Pale Yellow
17	3-6 – 9	Pale Yellow
18	3-6– 11	Pale Yellow
19	3-6 – 15	Pale Yellow
20	3-6 – 16	Pale Yellow
21	3-6– 21	Pale Yellow
22	3-6– 22	Pale Yellow
23	3-6 – 23	Pale Yellow
24	3-6 – 26	Pale Yellow
25	3-6 – 29	Pale Yellow
26	3-8 – 3	Light Yellow
27	3-8– 8	Light Yellow

28	3-8 – 17	Light Yellow
29	3-8 – 24	Light Yellow
30	3--8--25	Light Yellow
31	5--2-13	Pale Grenish Yellow
32	14--1-10	Pale Yellow
33	14--13--6	Light Yellow
34	14-1-4-29	Dark Reddish Orange
35	14-2-1-1	Dark Reddish Orange
36	14-2-1-9	Strong Brown
37	14-2-1-14	Brownish Orange
38	14-3-1-9	Brownish Orange
39	14-3-1-17	Moderate Orange Yellow
40	14-3-1-28	Moderate Orange
41	14-3-1-30	Moderate Orange
42	14-4-1-4	Pale Yellow
43	14-4-1-12	Moderate Orange
44	14-4-1-18	Moderate reddish orange
45	14-4-1-21	Pale Greenish Yellow
46	2--5-1-6	Pale Greenish Yellow
47	2-5-1-13	Dark Reddish Orange
48	2-5-1-13	Dark Reddish Orange
49	2-5-2-10	Palle Yellow
50	2-5-2-29	Palle Yellow

- Kadar Air

NO.	Sampel	Nomor Galur	Kadar Air
1	6	1--5-8	5,92%
2	7	1--5-23	10,57%
3	8	1--5--25	10,22%
4	9	3 – 3-3	8,25%
5	10	3 – 3-11	8,28%
6	11	3--4 – 1	6,70%
7	12	3-4 – 5	11,45%
8	13	3-4 – 12	10,89%
9	14	3-4 – 26	13,52%
10	15	3--4 – 30	10,36%
11	16	3-6 – 8	8,50%
12	17	3-6 – 9	10,09%
13	18	3-6– 11	9,43%
14	19	3-6 – 15	5,73%
15	20	3-6 – 16	5,58%
16	21	3-6– 21	9,40%
17	22	3-6– 22	7,45%
18	23	3-6 – 23	9,92%
19	24	3-6 – 26	11,46%
20	25	3-6 – 29	6,27%
21	32	14--1-10	5,58%
22	42	14-4-1-4	9,88%
23	49	2-5-2-10	11,26%
24	50	2-5-2-29	11,18%

- Kadar Abu

NO.	Sampel	Nomor Galur	Kadar Abu
1	6	1--5-8	1,23 %
2	7	1--5-23	1,17 %
3	8	1--5--25	1,34 %
4	9	3 – 3-3	1,97 %
5	10	3 – 3-11	1,41 %
6	11	3--4 – 1	1,14 %
7	12	3-4 – 5	1,48 %
8	13	3-4 – 12	2,24 %
9	14	3-4 – 26	1,17 %
10	15	3--4 – 30	2,02 %
11	16	3-6 – 8	3,08 %
12	17	3-6 – 9	1,43 %
13	18	3-6– 11	1,26 %
14	19	3-6 – 15	1,44 %
15	20	3-6 – 16	1,85 %
16	21	3-6– 21	1,14 %
17	22	3-6– 22	1,09 %
18	23	3-6 – 23	1,37 %
19	24	3-6 – 26	1,06 %
20	25	3-6 – 29	1,45 %
21	32	14--1-10	1,74 %
22	42	14-4-1-4	1,48%
23	49	2-5-2-10	1,99%
24	50	2-5-2-29	1,52%



- Kadar Protein

NO.	Sampel	Nomor Galur	Kadar Protein
1	6	1--5-8	7,37 %
2	7	1--5-23	6,10%
3	8	1--5—25	8,52%
4	9	3 – 3-3	6,62%
5	10	3 – 3-11	6,66%
6	11	3--4 – 1	7,89%
7	12	3-4 – 5	7,54%
8	13	3-4 – 12	5,16%
9	14	3-4 – 26	5,71%
10	15	3--4 – 30	7,56%
11	16	3-6 – 8	8,61%
12	17	3-6 – 9	7,84%
13	18	3-6– 11	7,60%
14	19	3-6 – 15	6,89%
15	20	3-6 – 16	6,32%
16	21	3-6– 21	7,44%
17	22	3-6– 22	5,37%
18	23	3-6 – 23	6,59%
19	24	3-6 – 26	6,09%
20	25	3-6 – 29	8,64%
21	32	14--1-10	6,75%
22	42	14-4-1-4	8,09%
23	49	2-5-2-10	6,90%
24	50	2-5-2-29	7,71%

- Kadar Lemak

NO.	Sampel	Nomor Galur	Kadar Lemak
1	6	1--5-8	4,66%
2	7	1--5-23	4,53%
3	8	1--5—25	4,49%
4	9	3 – 3-3	4,54%
5	10	3 – 3-11	4,53%
6	11	3--4 – 1	4,42%
7	12	3-4 – 5	4,49%
8	13	3-4 – 12	4,55%
9	14	3-4 – 26	4,60%
10	15	3--4 – 30	4,58%
11	16	3-6 – 8	4,40%
12	17	3-6 – 9	4,57%
13	18	3-6– 11	4,41%
14	19	3-6 – 15	4,52%
15	20	3-6 – 16	4,45%
16	21	3-6– 21	4,56%
17	22	3-6– 22	4,39%
18	23	3-6 – 23	4,36%
19	24	3-6 – 26	4,39%
20	25	3-6 – 29	4,41%
21	32	14--1-10	4,60%
22	42	14-4-1-4	4,84%
23	49	2-5-2-10	5,02%
24	50	2-5-2-29	5,01%

- Kadar Pati

NO.	Sampel	Nomor Galur	Kadar Pati
1	6	1--5-8	71,21 %
2	7	1--5-23	53,32 %
3	8	1--5—25	68,17 %
4	9	3 – 3-3	56,25 %
5	10	3 – 3-11	65,25 %
6	11	3--4 – 1	65,13 %
7	12	3-4 – 5	62,10 %
8	13	3-4 – 12	56,25 %
9	14	3-4 – 26	50,40 %
10	15	3--4 – 30	56,25 %
11	16	3-6 – 8	56,25 %
12	17	3-6 – 9	59,27 %
13	18	3-6– 11	56,25 %
14	19	3-6 – 15	71,21 %
15	20	3-6 – 16	71,21 %
16	21	3-6– 21	50,40 %
17	22	3-6– 22	62,21 %
18	23	3-6 – 23	59,17 %
19	24	3-6 – 26	53,32 %
20	25	3-6 – 29	65,13 %
21	32	14--1-10	62,10 %
22	42	14-4-1-4	56,25 %
23	49	2-5-2-10	50,40 %
24	50	2-5-2-29	74,25 %

- Kadar Amilosa

NO.	Sampel	Nomor Galur	Kadar Amilosa
1	6	1--5-8	19,17 %
2	7	1--5-23	19,13 %
3	8	1--5—25	18,04 %
4	9	3 – 3-3	18,34 %
5	10	3 – 3-11	15,47 %
6	11	3--4 – 1	19,13 %
7	12	3-4 – 5	16,04 %
8	13	3-4 – 12	18,37 %
9	14	3-4 – 26	17,73 %
10	15	3--4 – 30	15,47 %
11	16	3-6 – 8	16,94 %
12	17	3-6 – 9	17,05 %
13	18	3-6– 11	15,76 %
14	19	3-6 – 15	19,58 %
15	20	3-6 – 16	18,03 %
16	21	3-6– 21	18,00 %
17	22	3-6– 22	17,35 %
18	23	3-6 – 23	20,45 %
19	24	3-6 – 26	15,96 %
20	25	3-6 – 29	15,24 %
21	32	14--1-10	19,62 %
22	42	14-4-1-4	14,23 %
23	49	2-5-2-10	15,81 %
24	50	2-5-2-29	15,81 %

- Kadar Tanin

NO.	Sampel	Nomor Galur	Kadar Tanin
1	6	1--5-8	0,57%
2	7	1--5-23	0,51%
3	8	1--5—25	0,37%
4	9	3 – 3-3	0,21%
5	10	3 – 3-11	0,37%
6	11	3--4 – 1	0,33%
7	12	3-4 – 5	0,28%
8	13	3-4 – 12	0,33%
9	14	3-4 – 26	0,17%
10	15	3--4 – 30	0,30%
11	16	3-6 – 8	0,22%
12	17	3-6 – 9	0,21%
13	18	3-6– 11	0,21%
14	19	3-6 – 15	0,30%
15	20	3-6 – 16	0,31%
16	21	3-6– 21	0,33%
17	22	3-6– 22	0,33%
18	23	3-6 – 23	0,22%
19	24	3-6 – 26	0,21%
20	25	3-6 – 29	0,32%
21	32	14--1-10	0,49%
22	42	14-4-1-4	0,92%
23	49	2-5-2-10	0,70%
24	50	2-5-2-29	0,72%

**Lampiran 4. Gambar 24 Sampel**

Sampel 6



Sampel 7



Sampel 8



Sampel 9



Sampel 10



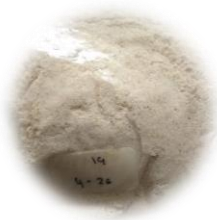
Sampel 11



Sampel 12



Sampel 13



Sampel 14



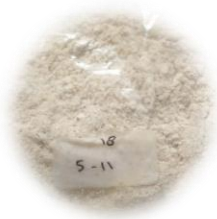
Sampel 15



Sampel 16



Sampel 17



Sampel 18



Sampel 19



Sampel 20



Sampel 21



Sampel 22



Sampel 23



Sampel 24



Sampel 25



Sampel 32



Sampel 42



Sampel 49



Sampel 50