

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Masalah Gizi KEP pada Anak Usia Sekolah

Menurut Permenkes Nomor 25 Tahun 2014 tentang Upaya Kesehatan Anak, anak usia sekolah yaitu anak yang berusia lebih dari 6 tahun sampai sebelum usia 18 tahun. Anak sekolah merupakan kelompok usia yang rentan mengalami kekurangan zat gizi. Anak sekolah memerlukan asupan makanan bergizi seimbang yang diperlukan untuk proses pertumbuhan dan perkembangan secara optimal. Saat terjadi proses pertumbuhan dan perkembangan, seseorang akan mengalami dua kali fase pertumbuhan cepat (*growth spurt*) yaitu saat usia bayi dan balita, serta saat usia remaja (*adolescent*). Diantara kedua fase *growth spurt* terdapat fase *growth plateau* yaitu saat anak usia pra sekolah (Adriani dan Bambang, 2012). Kebutuhan gizi pada anak sekolah harus terpenuhi untuk menunjang aktivitas dan prestasi belajar. Kebutuhan energi dan zat gizi anak usia sekolah disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kebutuhan Gizi Anak Usia Sekolah

Zat Gizi	Usia 7 – 9 tahun	Usia 10 – 12 tahun	
		Laki-laki	Perempuan
Energi (Kkal)	1650	2000	1900
Protein (g)	40	50	55
Lemak (g)	55	65	65
Karbohidrat (g)	250	300	280

Sumber: Kemenkes RI, 2019

Umumnya masalah gizi pada anak usia sekolah yaitu anemia, obesitas, pendek, kegemukan, dan kurus. Riskesdas (2018) melaporkan prevalensi gizi kurang secara nasional berdasarkan IMT/U pada anak usia sekolah 5 – 12 tahun sebesar 9,2% dengan kategori sangat kurus 2,4% dan kurus 6,8%. Lebih lanjut, prevalensi gizi kurang tahun 2018 mengalami penurunan sebesar 2% dari prevalensi gizi kurang tahun 2013 (11,2%) yang diantaranya 4% sangat kurus dan 7,2% kurus. Angka kejadian gizi kurang pada anak usia sekolah di Provinsi Jawa Timur mencapai 8% dengan kategori sangat kurus (2,2%) dan kurus (5,8%). Sementara itu, prevalensi gizi kurang di wilayah Kota Malang sebesar 7,69% diantaranya kategori sangat kurus 1,83% dan kurus 5,86% (Riskesdas, 2018). Hal ini menunjukkan prevalensi gizi kurang pada anak usia sekolah secara nasional

(9,2%) lebih tinggi dibanding prevalensi gizi kurang di Jawa Timur (8%) dan Kota Malang (7,69%).

Kurang Energi Protein (KEP) merupakan salah satu masalah gizi di Indonesia yang sering terjadi pada balita, anak usia sekolah, ibu hamil dan menyusui. KEP secara internasional juga dikenal sebagai *Calory Protein Malnutrition* (CPM) atau *Protein Energy Malnutrition* (PEM). KEP pada anak usia sekolah dapat menyebabkan gangguan fisik seperti tulang mudah patah, rambut lebih mudah rontok, kulit menjadi kering, dan kuku mudah rapuh. Faktor risiko lain KEP pada anak sekolah yaitu adanya gangguan pada proses pertumbuhan dan perkembangan, menurunkan imunitas tubuh sehingga anak lebih rentan sakit, serta dapat mengalami gangguan kognitif (sulit fokus, berpikir, dan sering merasa bingung) (Aisyah dkk, 2022). KEP atau gizi kurang dapat diketahui dengan cara mengukur indeks massa tubuh (IMT). IMT diperoleh dari perhitungan berat badan (kg) dan tinggi badan (m). Gizi kurang pada anak usia 5 – 18 tahun di Indonesia dapat diklasifikasikan berdasarkan IMT menurut umur (IMT/U). Kategori dan status gizi anak usia sekolah berdasarkan IMT/U disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kategori dan Ambang Batas Status Gizi Anak

Indeks	Kategori Status Gizi	Ambang Batas (Z-Score)
Indeks Massa Tubuh menurut Umur (IMT/U) anak usia 5 – 18 tahun	Gizi buruk (<i>severely thinness</i>)	<-3 SD
	Gizi kurang (<i>thinness</i>)	-3 SD sd <-2 SD
	Gizi baik (<i>normal</i>)	-2 SD sd +1 SD
	Gizi lebih (<i>overweight</i>)	+1 SD sd +2 SD
	Obesitas (<i>obese</i>)	>+2 SD

Sumber: Kemenkes RI, 2020

B. Penyebab KEP pada Anak Usia Sekolah

1. Konsumsi Makanan

Pola konsumsi merupakan susunan makanan yang mencakup jenis (variasi) dan jumlah bahan makanan rata-rata per orang per hari yang biasa dikonsumsi penduduk selama jangka waktu tertentu (Rachmawati dkk, 2023). Pola konsumsi pangan sehat disebut juga Pangan Beragam Bergizi Seimbang dan Aman (B2SA). Pola konsumsi sesuai menu gizi seimbang dengan diversifikasi pangan dapat memenuhi kebutuhan gizi yang diperlukan anak usia sekolah selama masa pertumbuhan dan perkembangan. Purnawijaya dkk (2018) menjelaskan 1 dari 6 siswa (33,3%) SDN 3 Penatih dan 1 siswa SDN 17 Daging Puri yang berstatus gizi kurang memiliki pola makan jajanan yang kurang

bervariasi. Sejalan dengan penelitian Sunaryo (2018) menjelaskan status gizi siswa SD Putra Indonesia dengan kategori gizi kurang (36,6%) dan gizi lebih (21,5%) disebabkan oleh kebiasaan tidak sarapan (56%), tidak membawa bekal untuk makan siang (67%), dan suka jajan di sekolah (95%). Kebiasaan melewatkan sarapan pada anak usia sekolah dapat menyebabkan asupan gizi makro dan mikro tidak terpenuhi seperti asupan energi, protein, zat besi, vitamin A, dan iodium.

Tingkat konsumsi merupakan perbandingan konsumsi zat gizi (makro dan mikro) individu dibandingkan dengan angka kecukupan gizi (AKG) yang dinyatakan dalam satuan persen dengan rumus sebagai berikut.

$$\text{Tingkat Konsumsi Energi} = \frac{\text{Total Konsumsi Energi}}{\text{AKG Energi berdasarkan usia}} \times 100\%$$

Menurut Depkes 1996 dalam Widyakarya Nasional Pangan dan Gizi (WNPG) 2012, tingkat kecukupan energi dapat dibedakan menjadi 5 kategori yaitu:

- < 70% : Defisit Tingkat Berat
- 70 – 79% : Defisit Tingkat Sedang
- 80 – 89% : Defisit Tingkat Ringan
- 90 – 110% : Normal
- >110% : Diatas AKG

Tingkat konsumsi zat gizi berbanding lurus dengan status gizi, semakin baik tingkat konsumsi zat gizi maka semakin baik status gizi (Supariasa dkk, 2018). Penelitian Purnawijaya dkk (2018) menjelaskan 3 siswa SDN 3 Penatih dan 1 siswa SDN 17 Dangin Puri yang berstatus gizi kurus memiliki rata-rata konsumsi energi kurang yaitu 331,70 Kkal. Sejalan dengan penelitian Gurnida (2020) menjelaskan 37% siswa kelas 4,5, dan 6 SDN 1 Tempuran Karawang yang mengalami KEP disebabkan oleh kurangnya asupan energi 64,4% (defisit tingkat berat) dan asupan protein 80,9% (defisit tingkat ringan). Kemenkes RI (2019) menyatakan kecukupan energi yang harus dipenuhi untuk anak usia 7 – 9 tahun yaitu 1650 Kkal, sedangkan untuk anak usia 10 – 12 tahun laki-laki yaitu 2000 Kkal, dan perempuan 1900 Kkal. Rata-rata asupan energi pada anak usia 5 – 12 tahun di Indonesia yaitu 1913 Kkal (Kemenkes RI, 2014).

Badan Pusat Statistik (BPS) (2021) melaporkan tingkat kecukupan konsumsi energi penduduk Indonesia per kapita per hari menggunakan standar sesuai rekomendasi dari hasil WNPG ke-11 tahun 2018 yaitu energi 2100 Kkal. Lebih lanjut dijelaskan secara nasional, rata-rata konsumsi energi per kapita per

hari pada September 2021 yaitu 2196,82 Kkal sedangkan rata-rata konsumsi energi per kapita per hari di Jawa Timur sebesar 2135,69 Kkal yang berarti Angka Kecukupan Energi (AKE) sudah diatas standar kecukupan. Rata-rata konsumsi kalori per kapita sehari menurut kelompok komoditas makanan (Kkal) tahun 2021 disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Rata-rata Konsumsi Kalori per Kapita menurut Kelompok Komoditas Makanan (Kkal) Tahun 2021

Kelompok Komoditas Makanan	Indonesia	Jawa Timur
1. Padi-padian/ <i>Cereals</i>	855,78	825,32
2. Umbi-umbian/ <i>Tubers</i>	50,41	46,47
3. Ikan/udang/cumi/kerang <i>fish/shrimp/squid/clams</i>	54,41	43,12
4. Daging/ <i>Meat</i>	72,22	55,23
5. Telur dan susu/ <i>Eggs and milk</i>	62,18	55,68
6. Sayur-sayuran/ <i>Vegetables</i>	43,96	42,84
7. Kacang-kacangan/ <i>Beans and nuts</i>	58,64	80,02
8. Buah-buahan/ <i>Fruits</i>	46,15	45,61
9. Minyak dan kelapa/ <i>Oils and coconut</i>	293,89	300,50
10. Bahan minuman/ <i>Beverage</i>	98,83	103,74
11. Bumbu-bumbuan/ <i>Spices</i>	11,80	15,26
12. Bahan makanan lainnya/ <i>Other food</i>	59,74	57,27
13. Makanan dan minuman jadi/ <i>Prepared food and beverage</i>	488,80	464,62
Jumlah	2196,82	2135,69

Sumber: Badan Pusat Statistik (BPS), 2021

Tingkat konsumsi protein merupakan perbandingan konsumsi protein individu dibandingkan dengan angka kecukupan gizi (AKG) yang dinyatakan dalam satuan persen dengan rumus sebagai berikut.

$$\text{Tingkat Konsumsi Protein} = \frac{\text{Total Konsumsi Protein}}{\text{AKG Protein berdasarkan usia}} \times 100\%$$

Menurut Depkes 1996 dalam Widyakarya Nasional Pangan dan Gizi (WNPG) 2012, tingkat kecukupan protein dapat dibedakan menjadi 5 kategori yaitu:

- < 70% : Defisit Tingkat Berat
- 70 – 79% : Defisit Tingkat Sedang
- 80 – 89% : Defisit Tingkat Ringan
- 90 – 110% : Normal
- >110% : Diatas AKG

Kemendes RI (2019) menyatakan kecukupan protein yang harus dipenuhi untuk anak usia 7 – 9 tahun yaitu 40 gram, sedangkan anak usia 10 – 12 tahun laki-laki yaitu 50 gram, dan perempuan 55 gram. Penelitian Gurnida dkk (2020) menyatakan rata-rata asupan protein siswa SDN 1 Tempuran Karawang sebesar

41,36 gram yang berarti asupan protein dibawah AKG. Sejalan dengan penelitian Damayanti dkk (2020) menjelaskan 53 siswa (61,6%) MI Nurussalam memiliki asupan protein kurang dan 3 siswa diantaranya berstatus gizi kurus.

Badan Pusat Statistik (BPS) (2021) melaporkan tingkat kecukupan konsumsi protein penduduk Indonesia per kapita per hari menggunakan standar sesuai rekomendari dari hasil WNPG ke-11 tahun 2018 yaitu 57 gram. Lebih lanjut dijelaskan secara nasional, rata-rata konsumsi protein per kapita per hari pada September 2021 yaitu 64,68 gram sedangkan rata-rata konsumsi protein per kapita per hari di Jawa Timur sebesar 61,24 gram yang berarti Angka Kecukupan Protein (AKP) sudah diatas standar kecukupan. Rata-rata konsumsi protein per kapita sehari menurut kelompok komoditas makanan (gram) tahun 2021 disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Rata-rata Konsumsi Protein per Kapita Sehari menurut Kelompok Komoditas Makanan (gram) Tahun 2021

Kelompok Komoditas Makanan	Indonesia	Jawa Timur
1. Padi-padian/ <i>Cereals</i>	20,15	19,46
2. Umbi-umbian/ <i>Tubers</i>	0,48	0,42
3. Ikan/udang/cumi/kerang <i>fish/shrimp/squid/clams</i>	9,17	7,24
4. Daging/ <i>Meat</i>	4,52	3,65
5. Telur dan susu/ <i>Eggs and milk</i>	3,58	3,37
6. Sayur-sayuran/ <i>Vegetables</i>	2,60	2,51
7. Kacang-kacangan/ <i>Beans and nuts</i>	5,79	8,04
8. Buah-buahan/ <i>Fruits</i>	0,49	0,46
9. Minyak dan kelapa/ <i>Oils and coconut</i>	0,22	0,26
10. Bahan minuman/ <i>Beverage</i>	0,84	0,84
11. Bumbu-bumbuan/ <i>Spices</i>	0,49	0,70
12. Bahan makanan lainnya/ <i>Other food</i>	1,17	1,01
13. Makanan dan minuman jadi/ <i>Prepared food and beverage</i>	14,99	13,27
Jumlah	64,48	61,24

Sumber: Badan Pusat Statistik (BPS), 2021

2. Penyakit Infeksi

Penyakit infeksi yang dapat meningkatkan risiko KEP pada anak sekolah yaitu infeksi cacing, malaria, TBC, cacar air, dan diare. Infeksi cacing dapat mempengaruhi pemasukan (*intake*), pencernaan (*disgestif*), penyerapan (*absorpsi*), dan metabolisme makanan. Infeksi cacing menyebabkan kekurangan energi dan protein akibat nafsu makan menurun serta menurunkan imunitas tubuh. Astuti dkk (2019) menyebutkan bahwa terdapat hubungan penyakit infeksi (kecacingan) dengan status gizi anak sekolah dasar. Hal ini diketahui 83,3% dari

6 siswa dengan status gizi kurus di SD Muhammadiyah Jampu Kecamatan Lanrisang Kabupaten Pinrang terinfeksi penyakit kecacingan dan mengalami penurunan kemampuan berpikir. Sejalan dengan penelitian Annisa dkk (2018) menyatakan 18 dari 29 siswa (62,1%) di SD 200 Kelurahan Kemasrindo Kota Palembang terinfeksi cacing *Soil Transmitted Helminths* (STH) dan memiliki status gizi kurang. Lebih lanjut, anak sekolah dasar yang menderita infeksi cacing STH berisiko memiliki status gizi kurang sebesar 2,765 kali.

3. Tingkat Pendidikan dan Pengetahuan Ibu

Tingkat pendidikan ibu memiliki peran penting dalam pengambilan keputusan dan tindakan. Ibu yang berpendidikan tinggi memiliki ilmu dan informasi tentang makanan yang baik bagi kesehatan sehingga berpengaruh terhadap kebiasaan makan pada anak. Ibu dengan tingkat pendidikan dasar berpeluang memiliki anak berstatus gizi kurus sebesar 42,9 kali dibanding ibu dengan tingkat pendidikan lanjutan (Saprani, 2023). Semakin tinggi tingkat pendidikan ibu, maka semakin tinggi tingkat pengetahuan gizi sehingga status gizi anak akan baik (Ulpa dkk, 2018; Syahroni dkk, 2021). Tingkat pengetahuan ibu tentang gizi yang baik dapat diwujudkan melalui menyusun pola konsumsi makanan dengan pemilihan bahan makanan yang tepat dan berkualitas agar memenuhi kecukupan gizi anak.

Hasil penelitian Ulpa dkk (2018) menyebutkan pengetahuan ibu berpengaruh terhadap status gizi anak di SDN 02 Labuan Haji. Lebih lanjut, ibu dengan pengetahuan baik cenderung memiliki anak berstatus gizi normal (83,3%) sedangkan ibu berpengetahuan kurang baik memiliki anak berstatus gizi kurus (26,3%). Didukung oleh penelitian Tafani (2021) menyatakan ada hubungan antara pengetahuan ibu dengan status gizi siswa SDN 13 Sungai Nanam, Kabupaten Solok. Hal ini ditunjukkan bahwa ibu yang berpengetahuan kurang baik cenderung memiliki anak dengan status gizi tidak normal (40,9%) dan 6 diantaranya mempunyai status gizi kurus (8,8%). Tingkat pengetahuan gizi ibu yang rendah meningkatkan risiko anak dengan status gizi kurus sebesar 14,28 kali (Saprani, 2023).

4. Tingkat Pendapatan Orang Tua

Pendapatan orang tua menjadi salah satu faktor penyebab masalah gizi KEP pada anak sekolah. Pendapatan orang tua berkaitan dengan daya beli keluarga terhadap kebutuhan makanan. Apabila pendapatan orang tua memadai

dapat menunjang status gizi anak yang semakin baik. Rorong (2019) menyatakan 11 dari 13 anak berstatus gizi kurus berasal dari keluarga yang memiliki pendapatan rendah. Didukung oleh penelitian Jahri dkk (2016) menjelaskan tingkat pendapatan orang tua kurang dari UMR memiliki anak dengan status gizi sangat kurus (66,7%) dan gizi kurus (88,1%). Lebih lanjut tingkat pendapatan orang tua cenderung rendah karena mayoritas bekerja sebagai petani dan nelayan. Orang tua dengan tingkat pendapatan yang rendah cenderung membeli makanan yang murah dan kandungan gizi rendah.

C. Upaya Penanggulangan KEP

Program pemerintah dalam mengatasi masalah gizi pada anak usia sekolah dengan melakukan Pemberian Makanan Tambahan (PMT) yang bertujuan untuk memenuhi kebutuhan gizi makro dan mikro pada anak usia sekolah. Pemberian makanan tambahan mengacu pada Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 51 tahun 2016 tentang Standar Produk Suplementasi Gizi.

a. Kandungan

1) Komposisi

Produk berbentuk biskuit yang terbuat dari terigu, lemak nabati tanpa hidrogenasi, sukrosa, susu, dan diperkaya dengan vitamin dan mineral, dengan atau tanpa penambahan Bahan Tambahan Pangan (BTP) sesuai dengan ketentuan yang berlaku. Semua bahan yang digunakan harus bermutu, bersih, aman, dan sesuai untuk dikonsumsi anak usia sekolah dasar.

2) Syarat Mutu

Zat gizi yang terkandung dalam 100 gram produk harus memenuhi persyaratan mutu pada Tabel 5.

Tabel 5. Syarat Mutu Makanan Tambahan Untuk Anak Usia Sekolah

Zat Gizi	Satuan	Kadar
Energi	Kkal	400 – 600
Protein (kualitas protein tidak kurang dari 65% kasein standar)	g	11 – 16
Total lemak:	g	14 – 21
Asam linoleat	mg	min. 300 mg / 100 Kkal atau 900 mg / 60 g produk
Karbohidrat:		
Sukrosa	g	maks. 38
Serat	g	6 – 9
Vitamin A*	mcg	280 – 570
Vitamin D	mcg	7,5 – 15
Vitamin E	mg	5 – 10
Vitamin B1 (Thiamin)	mg	0,5 – 1
Vitamin B2 (Riboflavin)	mg	0,6 – 1,2
Vitamin B3 (Niasin)	mg	5,5 – 11
Vitamin B12 (Cobalamin)	mcg	0,8 – 1,6
Folat	mcg	185 – 370
Vitamin B6 (Pyridoksin)	mg	0,6 – 1,2
Vitamin B5 (Asam Pantotenat)	mg	2 – 4
Vitamin C	mg	24 – 48
Besi**	mg	7 – 14
Kalsium***	mg	360 – 570
Natrium	mg	maks. 500
Seng	mg	5 – 12
Iodium****	mcg	30 – 60
Fosfor	mg	300 – 500
Selenium*****	mcg	10 – 20
Fluor (F)*****	mg	maks. 0,5
Air	%	maks. 5

Keterangan:

* Vitamin A ditambahkan dalam bentuk retinil asetat

** Besi ditambahkan dalam bentuk senyawa ferro fumarate

*** Kalsium ditambahkan dalam bentuk kalsium laktat

**** Iodium ditambahkan dalam bentuk kalium iodat

***** Selenium yang ditambahkan dalam bentuk sodium selenite

***** Fluor tidak boleh ditambahkan hanya bawaan dari bahan baku Mikronutrien lainnya ditambahkan dalam bentuk senyawa yang telah direkomendasikan pada List CAC/GL 09 1987 (CODEX).

Sumber: Kemenkes RI, 2016

b. Bahan Tambahan Pangan (BTP)

- 1) Penggunaan BTP harus sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.
- 2) BTP pewarna sintetik, pengawet, dan pemanis buatan tidak boleh dipergunakan.

c. Cemaran

Harus memenuhi batas cemaran mikroba, logam berat, dan cemaran lain sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.

d. Pengolahan

- 1) Pengolahan produk dilakukan dengan menerapkan cara produksi pangan olahan yang baik sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.
- 2) Proses pengolahan menggunakan teknologi industri guna memperoleh produk yang berkualitas.

Rohima (2016) menyatakan keberhasilan program pemerintah dalam memberikan PMT-AS di wilayah Bandung berjalan dengan baik (100%), memberikan manfaat (90,9 – 100%), tidak menjadi beban (100%), serta masih dibutuhkan (100%). Lebih lanjut, pelaksanaan PMT-AS berdampak positif terhadap ketahanan fisik sehingga siswa dapat lebih mudah menerima pelajaran dengan baik. Sejalan dengan penelitian Waryana (2020) menyebutkan kemandirian masyarakat berpengaruh terhadap keberhasilan penanggulangan masalah kurang energi protein (KEP) di wilayah kerja Puskesmas Srandakan. Lebih lanjut, partisipasi masyarakat dalam menanggulangi KEP dapat berupa memberikan dana, menyediakan sarana dan prasarana kegiatan, memberikan bahan makanan untuk pembuatan PMT pangan lokal, serta menyumbangkan ide dan tenaga dalam pelaksanaan kegiatan. Didukung oleh penelitian Nora (2018) menjelaskan pemberian PMT-AS pada siswa SD di Kota Solok yang dilakukan sebanyak 30 kali dengan rata-rata energi 335 Kkal dan protein 9,6 gram mampu menurunkan masalah gizi kurus dari 21,4% menjadi 14,3% dan sangat kurus dari 2,9% menjadi 1,4%.

D. Pengembangan Biskuit Substitusi Tepung Kecambah Kacang Tunggak (*Vigna unguiculata L.*) dan Tepung Sorgum (*Sorghum bicolor L.*)

1. Biskuit

Biskuit merupakan salah satu jenis produk makanan kering yang terbuat dari tepung terigu, minyak atau lemak, dan tambahan pangan lain yang telah diizinkan (BSN, 2011). Biskuit dapat diterima dan digemari oleh semua kelompok umur. Hal ini disebabkan biskuit termasuk dalam kategori makanan siap untuk langsung dimakan (*ready to eat*) yang telah diolah sesuai dengan jenis dan bentuk. Pusdatin Pertanian (2022) melaporkan bahwa rata-rata konsumsi biskuit di Indonesia dari tahun 2021 – 2022 sebesar -4,36% per kapita per tahun. Lebih lanjut, data konsumsi biskuit pada tahun 2022 sebesar 21,185 ons per kapita per tahun. Hal ini menunjukkan adanya penurunan jika dibandingkan tahun 2021 yaitu 22,151 ons per kapita per tahun. Rata-rata konsumsi produk olahan berbasis tepung terigu per kapita tahun 2018 – 2022 disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Rata-rata Konsumsi Produk Olahan Berbasis Tepung Terigu per Kapita Tahun 2018 – 2022

Jenis Makanan	Satuan	Tahun				
		2018	2019	2020	2021	2022
Konsumsi seminggu (kap/minggu)						
Roti manis/roti lainnya	potong/piece	1,122	1,156	1,129	1,061	1,044
Kue kering/biskuit/cookies	ons / 0,1 kg	0,438	0,443	0,438	0,425	0,406
Kue basah/boil or steam cake	buah/unit	1,431	1,512	1,480	1,370	1,285
Rata-rata pertumbuhan 2021 – 2022 (%)						-4,362
Konsumsi setahun (kap/tahun)						
Roti manis/roti lainnya	potong/piece	58,498	60,272	58,869	55,324	54,419
Kue kering/biskuit/cookies	ons / 0,1 kg	22,824	23,095	22,834	22,151	21,185
Kue basah/boil or steam cake	buah/unit	74,626	78,838	77,160	71,455	67,015
Rata-rata pertumbuhan 2021 – 2022 (%)						-4,36

Sumber: Pusdatin Pertanian, 2022

Standar biskuit berdasarkan SNI 2973-2011 dapat dikategorikan menjadi empat jenis yaitu krekers, kukis, wafer, dan pai. Krekers merupakan jenis biskuit yang terbuat dari adonan keras dan melalui proses fermentasi. Krekers berbentuk pipih, memiliki rasa gurih cenderung asin, renyah, dan jika dipatahkan terlihat

potongan berlapis-lapis. Sementara itu, kukis, wafer, dan pai merupakan jenis biskuit yang memiliki cita rasa cenderung manis. Kukis terbuat dari adonan lunak dan memiliki tekstur kurang padat sedangkan wafer terbuat dari adonan cair, renyah, dan memiliki pori-pori besar sehingga terlihat berongga-rongga jika dipatahkan. Pai juga termasuk salah satu jenis biskuit berserpih (*flaky*) yang terbuat dari adonan dilapisi dengan lemak (*emulsi*) padat dan jika dipatahkan terlihat berlapis-lapis.

Biskuit yang dihasilkan harus memenuhi syarat mutu yang telah ditetapkan berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI 2973-2011) agar aman untuk dikonsumsi. Proses pengolahan biskuit yang tidak tepat seperti pencampuran bahan dan proses pemanggangan dapat menyebabkan mutu biskuit tidak baik. Syarat mutu biskuit disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Syarat Mutu Biskuit (SNI 2973-2011)

Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan
Keadaan		
Bau	-	Normal
Rasa	-	Normal
Warna	-	Normal
Kadar air (b/b)	%	maks. 5
Protein (N x 6,25) (b/b)	%	min. 5 min. 4,5*) min. 3**)
Asam lemak bebas (sebagai asam oleat (b/b)	%	maks. 1,0
Cemaran logam		
Timbal (Pb)	mg/kg	maks. 0,5
Kadmium (Cd)	mg/kg	maks. 0,2
Timah (Sn)	mg/kg	maks. 40
Merkuri (Hg)	mg/kg	maks. 0,05
Arsen (As)	mg/kg	maks. 0,5
Cemaran mikroba		
Angka Lempeng Total	koloni/g	maks. 1×10^4
Coliform	APM/g	20
<i>Eschericia coli</i>	APM/g	< 3
<i>Salmonella sp.</i>	-	negatif/25 g
<i>Staphylococcus aureus</i>	koloni/g	maks. 1×10^2
<i>Bacillus cereus</i>	koloni/g	maks. 1×10^2
Kapang dan Khamir	koloni/g	maks. 1×10^2
Catatan:		
*) Untuk produk biskuit yang dicampur dengan pengisi dalam adonan		
**) Untuk produk biskuit yang diberi pelapis atau pengisi (<i>coating/filling</i>) dan pai		

Sumber: Badan Standarisasi Nasional, 2011

Umumnya proses pengolahan biskuit terdiri dari tiga tahapan yaitu pembuatan adonan, pencetakan, dan pemanggangan. Proses pembuatan adonan merupakan tahap awal yang dilakukan dengan cara mencampur bahan baku biskuit. Metode pencampuran bahan dapat dibedakan menjadi dua yaitu metode krim dan metode *all-in*. Metode krim adalah mencampurkan bahan baku secara bertahap, sedangkan metode *all-in* dilakukan dengan cara mencampurkan semua bahan baku dan mengaduk hingga rata dan terbentuk adonan (Pitricia, 2019). Tahap kedua dalam pengolahan biskuit yaitu proses pencetakan yang bertujuan agar bentuk biskuit dapat bervariasi dan memiliki daya tarik bagi penikmatnya.

Proses pemanggangan merupakan tahap terakhir dalam pengolahan biskuit yang dapat mempengaruhi kualitas biskuit, baik mutu kimia maupun mutu organoleptik. Proses pemanggangan biskuit dipengaruhi oleh prinsip dekstrinisasi. Dekstrinisasi merupakan pemecahan molekul pati secara bertahap menjadi molekul yang lebih kecil oleh panas kering (pemanggangan). Efek dari proses dekstrinisasi yaitu memberikan warna keemasan dan tekstur renyah pada roti panggang, kerak kue, dan biskuit. Perubahan warna menjadi coklat pada biskuit juga hasil dari adanya reaksi Maillard. Apabila bahan makanan yang mengandung pati mengalami proses pemanggangan, maka pati akan dipecah menjadi dekstrin. Dekstrin bersifat larut dan mudah dicerna dibandingkan pati. Proses pemanggangan juga dapat memecah amilosa dan amilopektin dalam pati sehingga menghasilkan cita rasa manis pada biskuit (Awuchi dkk, 2019).

Suhu dan waktu yang digunakan selama proses pemanggangan dapat mempengaruhi kadar air biskuit sehingga menghasilkan biskuit dengan tekstur renyah. Suhu dalam proses pemanggangan juga berpengaruh terhadap warna biskuit yang dihasilkan. Biskuit akan berwarna pucat jika suhu yang digunakan terlalu rendah dan sebaliknya. Suhu yang biasa digunakan dalam proses pemanggangan biskuit antara 130 - 150°C selama 15 – 20 menit (Solekah, 2019).

a. Tepung Terigu

Tepung terigu merupakan bahan baku utama dalam pengolahan biskuit. Tepung terigu telah diimpor sebanyak 11,7 juta ton dan rata-rata konsumsi tepung terigu per kapita per minggu pada tahun 2020, 2021, dan 2022 secara berturut-turut sebesar 0,047 kg, 0,055 kg, dan 0,053 kg (Pusdatin dan Pertanian, 2022).

Rata-rata konsumsi tepung terigu per kapita tahun 2018 – 2022 disajikan pada Tabel 8.

Tepung terigu terbuat dari hasil penggilingan biji gandum. Tepung terigu berperan penting dalam pembentukan adonan selama proses pencampuran, tekstur, dan bentuk biskuit yang dipanggang. Tepung terigu dapat dibedakan berdasarkan kandungan protein menjadi tiga jenis yaitu tepung terigu protein tinggi (*hard flour*), tepung terigu protein sedang (*medium flour*), dan tepung terigu protein rendah (*soft flour*) (Faridah dkk, 2008). Tepung terigu protein tinggi mengandung 12 – 14% protein, sedangkan tepung terigu protein sedang memiliki kandungan protein 10 – 11,5%, dan tepung terigu protein rendah mengandung 8 – 9% protein. Tepung terigu mengandung asam amino esensial seperti lisin 19,82 mg/g protein, metionin 15,26 mg/g protein, sistein 24,91 mg/g protein, treonin 26,84 mg/g protein, dan tryptofan 10,18 mg/g protein (FAO, 2013).

Tabel 8. Rata-rata Konsumsi Tepung Terigu per Kapita Tahun 2018 – 2022

Jenis Makanan	Tahun				
	2018	2019	2020	2021	2022
Konsumsi seminggu (kg/kap/minggu)					
Terigu	0,051	0,049	0,047	0,055	0,053
Rata-rata pertumbuhan 2021 – 2022 (%)					-3,41
Konsumsi setahun (kg/kap/tahun)					
Terigu	2,638	2,536	2,455	2,847	2,750
Rata-rata pertumbuhan 2021 – 2022 (%)					-3,41

Sumber: Pusdatin Pertanian, 2022

Jenis tepung terigu yang cocok digunakan dalam pengolahan biskuit yaitu tepung terigu protein rendah (*soft flour*). Kandungan protein yang rendah pada tepung terigu menghasilkan sedikit gluten sehingga biskuit memiliki tekstur renyah. Sejalan dengan Song dkk (2019) menyatakan konsentrasi gluten berpengaruh terhadap tingkat kekerasan biskuit. Tepung terigu protein rendah juga memiliki daya serap air rendah sehingga adonan yang dihasilkan sukar diuleni (kurang kalis). Jumlah tepung terigu yang digunakan dalam pengolahan biskuit dapat mempengaruhi tekstur biskuit setelah dipanggang. Biskuit yang dihasilkan akan memiliki tekstur kurang renyah apabila jumlah tepung terigu yang digunakan sedikit dan sebaliknya (Faridah dkk, 2008).

b. Telur

Telur merupakan salah satu bahan baku yang diperlukan dalam pengolahan biskuit karena dapat meningkatkan volume dan protein sehingga

memperbaiki kualitas biskuit. Bagian kuning telur memiliki sifat *surface active* yaitu lesitin (fosfatidilkolin) yang berperan sebagai emulsifier atau pengemulsi sehingga menghasilkan tekstur renyah pada biskuit. Bagian kuning telur yang ditambahkan dalam pengolahan biskuit juga dapat menghasilkan tekstur biskuit yang lebih empuk. Semakin banyak jumlah kuning telur yang digunakan, maka semakin besar daya patah biskuit (Susiloningsih dkk, 2020). Lebih lanjut, daya patah pada makanan erat kaitannya dengan tingkat kerenyahan, semakin rendah nilai daya patah maka semakin tinggi tingkat kerenyahan biskuit.

c. Susu skim

Skim milk powder (SMP) atau susu skim merupakan susu bubuk tanpa lemak yang dibuat melalui proses pengeringan atau *spray dryer* untuk menghilangkan sebagian air dan lemak. Susu skim mengandung 35,6 g protein, 1 g lemak, dan 52 g karbohidrat (Kemenkes RI, 2019). Protein susu skim merupakan sumber dari semua asam amino esensial dan memiliki daya cerna protein lebih tinggi dibanding sumber protein nabati. Susu skim biasa digunakan dalam pengolahan biskuit karena memiliki daya simpan lebih lama dibanding susu segar. Penggunaan susu skim dalam pengolahan biskuit berfungsi untuk meningkatkan cita rasa dan nilai gizi biskuit. Susu skim juga dapat membentuk aroma, mengikat air, dan mengatur kepadatan adonan (Sundari, 2011).

d. Margarin

Lemak merupakan komponen penting dalam pembuatan produk *bakery*. Lemak memiliki sifat tidak larut air, sehingga apabila lemak tercampur dengan air akan membentuk emulsi. Fungsi lemak dalam pembuatan produk *bakery* yaitu meningkatkan nilai gizi, meningkatkan cita rasa dan aroma, melembabkan adonan, serta menghasilkan produk *bakery* yang tidak keras. Lemak berperan sebagai *shortening* karena sifat lemak yang dapat memperpendek bentuk jaringan gluten tepung sehingga produk yang dihasilkan lebih mudah ditelan dan tidak terasa tersendat (seret).

Menurut Faridah dkk (2008), lemak dapat dibedakan berdasarkan bahan baku dan tujuan pemakaian menjadi lima jenis yaitu lemak serba guna (*all purpose shortening*), lemak dengan daya serap air tinggi (*high absorption shortening*), lemak dengan daya ketahanan tinggi (*high stability shortening*), lemak khusus adonan yang mengandung ragi (*yeast raised dough shortening*), dan margarin untuk produk *bakery* (*baker's margarine*). Jenis lemak yang cocok untuk

keperluan pembuatan biskuit yaitu lemak dengan ketahanan tinggi (*high stability shortening*). Hal ini disebabkan jenis kue kering seperti biskuit dan *cookies* memerlukan penyimpanan yang lama. Lemak yang tidak memiliki daya tahan baik akan cepat menjadi tengik jika mengalami proses oksidasi.

Jenis lemak yang dapat digunakan dalam pengolahan biskuit yaitu lemak hewani (mentega/*butter*) dan lemak nabati (margarin). Mentega memiliki sedikit kandungan lemak tidak stabil, mudah menguap sehingga dapat mempengaruhi aroma. Sementara itu, margarin dapat menjadi bahan pengganti mentega karena dari segi aroma, konsistensi rasa, dan nilai gizi hampir sama dengan mentega. Margarin merupakan produk pangan yang berbentuk emulsi air dalam minyak (w/o) padat, semi padat atau cair yang terbuat dari lemak atau minyak nabati dan air, serta tambahan bahan pangan lain yang telah diizinkan (BSN, 2014). Fungsi margarin dalam pengolahan biskuit yaitu untuk menambah aroma, menimbulkan rasa gurih, dan menghasilkan biskuit dengan tekstur renyah. Margarin memiliki sifat plastis, padat pada suhu ruang, dan mencair pada suhu tinggi.

e. Gula

Gula merupakan salah satu karbohidrat sederhana yang dapat larut dalam air dan terbuat dari cairan sari tebu yang mengkristal. Jenis gula yang digunakan dalam produk *bakery* yaitu sukrosa. Gula bersifat higroskopis (kemampuan menyerap air) sehingga dapat memperbaiki daya tahan biskuit selama penyimpanan (Faridah dkk, 2008). Peran gula dalam pengolahan biskuit yaitu memberi cita rasa manis (*sweetness*), melembutkan (*softening*), dan menghasilkan warna coklat pada biskuit. Perubahan warna biskuit menjadi coklat disebabkan oleh adanya reaksi Maillard. Reaksi Maillard merupakan jenis reaksi non enzimatis yang terjadi antara gula pereduksi dan protein saat dipanaskan. Reaksi Maillard berperan penting dalam menghasilkan warna coklat pada permukaan biskuit, serta berkontribusi terhadap tekstur dan rasa.

Pengolahan biskuit umumnya menggunakan gula halus agar mudah larut dan mudah tercampur dalam adonan. Sejalan dengan penelitian Arepally dkk (2020) menyatakan kerenyahan biskuit dipengaruhi oleh ukuran kristal dan kecepatan pelarutan gula. Lebih lanjut, jumlah gula yang digunakan dalam pengolahan biskuit berpengaruh nyata terhadap mutu organoleptik biskuit, semakin banyak jumlah gula akan meningkatkan tingkat kekerasan dan

penampilan biskuit. Hal ini disebabkan gula mengontrol hidrasi, menyebarkan protein dan massa pati sehingga biskuit menjadi mudah rapuh.

f. Baking powder

Baking powder merupakan bahan tambahan pangan yang biasa digunakan dalam pembuatan produk *bakery*. Baking powder terbuat dari gabungan sodium bikarbonat (NaHCO_3) dan asam (asam sitrat). Baking powder berperan sebagai bahan pengembang yang dapat meningkatkan volume, menghasilkan tekstur ringan pada produk *bakery* seperti *muffin*, *scone*, bolu, dan biskuit. Baking powder juga dapat meningkatkan aroma pada biskuit.

Jumlah baking powder yang digunakan dalam pengolahan biskuit harus ditimbang secara tepat. Apabila jumlah baking powder terlalu banyak akan menghasilkan biskuit bantat atau mengkerut setelah mengembang di dalam oven dan serpihan (remah) biskuit akan berwarna gelap. Sebaliknya, jika penggunaan baking powder terlalu sedikit, maka adonan tidak dapat mengembang sepenuhnya sehingga menghasilkan biskuit yang padat dan berat (Faridah dkk, 2008).

2. Tepung Kecambah Kacang Tunggak (*Vigna unguiculata L.*)

Kacang tunggak (*Vigna unguiculata L.*) termasuk golongan *Leguminosae* atau polong-polongan. Kacang tunggak juga dikenal sebagai kacang tunggak atau kacang dadap. Kacang tunggak memiliki daun *trifoliate*, berbentuk oval, dan letaknya berseling. Jumlah bunga kacang tunggak bervariasi sesuai karakter genotipe. Biji kacang tunggak memiliki variasi bentuk, ukuran, dan warna (krem, coklat, hitam, dan merah).

Khasiat kacang tunggak dapat mencegah beberapa penyakit seperti gangguan pencernaan, penyakit kardiovaskular, hiperkolesterolemia, obesitas, diabetes, dan beberapa jenis kanker. Senyawa fungsional dalam kacang tunggak juga dapat membantu menurunkan berat badan, meningkatkan fungsi pencernaan dan sirkulasi peredaran darah (Jayathilake dkk, 2018). Komposisi nilai gizi beberapa kacang-kacangan disajikan pada Tabel 9.

Kandungan gizi kacang tunggak sama dengan kacang-kacangan lainnya yaitu rendah lemak dan tinggi protein. Kacang tunggak mengandung karbohidrat 56,6 g, protein 24,4 g, lemak 1,9 g, kalsium 481 mg, dan serat 1,6 g. Kandungan protein kacang tunggak sekitar 2 – 4 kali lebih besar dari kelompok sereal dan umbi-umbian. Tabel 9 menunjukkan kandungan protein dan lemak kacang

tunggak (24,4 g) lebih tinggi jika dibandingkan dengan kacang hijau (22,9 g). Protein kacang tunggak sebagian besar terdapat pada embrio dan kotiledon, sedangkan bagian kulit biji hanya dalam sedikit. Selain kandungan protein yang tinggi, kacang tunggak juga mengandung tinggi zat besi yang dibutuhkan oleh tubuh untuk pembentukan sel darah merah. Kandungan zat besi pada kacang tunggak (13,9 mg) lebih tinggi dibanding kacang kedelai (10 mg) dan kacang hijau (7,5 mg).

Tabel 9. Komposisi Nilai Gizi Beberapa Kacang-Kacangan per 100 gram Bahan

Komposisi	Kacang Tunggak	Kacang Kedelai	Kacang Hijau
Energi (Kkal)	331	381	323
Protein (g)	24,4	40,4	22,9
Lemak (g)	1,9	16,7	1,5
Karbohidrat (g)	56,6	24,9	56,8
Serat (g)	1,6	3,2	7,5
Abu (g)	3,6	5,5	3,3
Air (g)	13,5	12,7	15,5
Besi (mg)	13,9	10	7,5
Kalsium (mg)	481	222	223
Fosfor (mg)	399	682	319
Natrium (mg)	15	210	42
Kalium (mg)	8	713	816
Tembaga (mg)	1,03	1,58	1,90
Seng (mg)	5,9	3,9	2,9
Beta-Karoten (mcg)	65	237	156
Karoten total (mcg)	0	31	223
Thiamin (mg)	0,06	0,52	0,46
Riboflavin (mg)	0,20	0,12	0,15
Niasin (mg)	4,3	1,2	1,5
Vitamin C (mg)	0	0	10

Sumber: Kemenkes RI, 2019

Protein kacang tunggak terdiri dari minimal 17 asam amino, termasuk sebagian besar asam amino esensial (Jayathilake dkk, 2018). Profil asam amino kacang tunggak bervariasi jika dikelompokkan berdasarkan genotipe. Kandungan asam amino pada tujuh genotipe kacang tunggak dimana kandungan asam amino esensial total maksimum dan minimum berturut-turut yaitu 33,43 g/100 g dan 27,50 g/100 g protein (Gupta dkk, 2010). Kacang tunggak kaya akan asam amino esensial seperti lisin 68,32 mg/g protein, metionin 11,68 mg/g protein, sistein 10,88 mg/g protein, treonin 36 mg/g protein, dan tryptofan 10,88 mg/g protein (FAO, 2013). Tabel 10 menunjukkan asam amino lisin pada tepung kacang tunggak (68,32 mg/g protein) relatif sama dengan tepung kedelai (69,87 mg/g protein). Sementara itu, kandungan asam amino metionin, sistein, treonin, dan tryptofan

tepung kacang kedelai secara berturut-turut yaitu 13,84 mg/g protein, 14,54 mg/g protein, 42,21 mg/g protein, dan 14,01 mg/g protein (FAO, 2013). Hal ini membuktikan bahwa kandungan asam amino esensial pada tepung kacang tunggak relatif sama dengan tepung kacang kedelai sehingga tepung kacang tunggak berpotensi digunakan sebagai alternatif bahan pangan lokal pengganti tepung kacang kedelai. Komposisi asam amino tepung kacang tunggak dan tepung kacang kedelai disajikan pada Tabel 10.

Tabel 10. Komposisi Asam Amino Tepung Kacang Tunggak dan Tepung Kacang Kedelai

Komposisi	Jumlah (mg/g protein)	
	Tepung Kacang Tunggak	Tepung Kacang Kedelai
Lisin	68,32	69,87
Metionin	11,68	13,84
Sistein	10,88	14,54
Treonin	36	42,21
Tryptofan	10,88	14,01
Isoleusin	38,24	49,73
Leusin	70,4	85,11
Fenilalanin	51,68	54,11
Tirosin	26,08	34,32
Valin	45,28	52,53
Arginin	64	79,15
Histidin	32,64	27,67
Alanin	41,12	46,58
Asam aspartat	110,24	128,02
Asam glutamat	164,32	204,72
Glisin	37,44	45,70
Prolin	39,04	60,07
Serin	42,88	56,04

Sumber: FAO, 2013

Perkecambahan atau germinasi merupakan suatu proses pembentukan bakal calon akar (radikula) yang tumbuh dari biji kering yang telah menyerap air. Selama proses perkecambahan, terjadi hidrolisis protein yang dapat menyebabkan peningkatan kadar asam amino dalam kecambah sehingga lebih baik dibandingkan kandungan awal pada biji kering (Astawan, 2009). Saat proses perkecambahan juga terjadi hidrolisis karbohidrat dan lemak untuk menghasilkan energi yang dibutuhkan untuk sintesis protein baru. Karbohidrat berupa polisakarida dihidrolisis menjadi senyawa sederhana yaitu oligosakarida dan monosakarida, sedangkan lemak dihidrolisis menjadi asam lemak bebas, serta protein dihidrolisis menjadi asam amino bebas dan peptida (Astawan dkk, 2020).

Proses perkecambahan dapat meningkatkan daya cerna protein kacang tunggak sehingga waktu pengolahan menjadi lebih singkat (Astawan, 2009). Hal ini disebabkan oleh adanya proses katabolis yang menyediakan zat gizi penting untuk pertumbuhan tanaman melalui reaksi hidrolisis dari zat gizi cadangan yang terkandung dalam biji. Hasil penelitian Anggrahini (2007) menunjukkan bahwa perkecambahan kacang hijau selama 12 jam dan 24 jam memiliki kadar karbohidrat sebesar 66,45% dan 65,97%. Semakin lama waktu perkecambahan maka dapat menurunkan kadar karbohidrat kecambah kacang hijau. Hal ini disebabkan oleh adanya proses hidrolisis karbohidrat menjadi senyawa sederhana. Karbohidrat juga berkurang selama proses perkecambahan akibat digunakan untuk pertumbuhan biji. Sementara itu, kandungan protein kecambah kacang hijau meningkat selama perkecambahan. Perkecambahan kacang hijau selama 12 jam memiliki kadar protein sebesar 29,53% sedangkan perkecambahan selama 24 jam menghasilkan kadar protein sebesar 30,47%.

Hasil penelitian Ferdiawan dkk (2019) menunjukkan bahwa kandungan protein pada perkecambahan kacang tunggak selama 8 jam (22,94%), 16 jam (24,99%), dan 24 jam sebesar 25,79%. Hal ini disebabkan oleh adanya pembentukan asam amino esensial yang berperan sebagai penyusun protein dan diperlukan untuk proses pertumbuhan kecambah kacang tunggak. Lebih lanjut, selama perkecambahan terjadi peningkatan jumlah enzim sehingga akan meningkatkan kadar protein. Semakin lama waktu perkecambahan maka semakin tinggi kadar protein dalam kecambah kacang tunggak.

Kecambah kacang tunggak dengan 24 jam proses germinasi memiliki kadar air terendah sebesar 4,41% dibandingkan germinasi 0 jam (7,66%) (Ferdian dkk, 2019). Lebih lanjut, penurunan kadar air pada kecambah kacang tunggak dipengaruhi oleh lama waktu perkecambahan (germinasi). Pada proses perkecambahan terjadi imbibisi yaitu proses penyerapan air saat perendaman. Air masuk ke dalam biji kacang tunggak dan menyebabkan struktur dalam biji menjadi lebih renggang sehingga air di dalam kacang tunggak mudah keluar saat dikeringkan. Maka diperlukan proses penepungan kecambah kacang tunggak sebagai alternatif untuk meningkatkan daya simpan dan variasi pengolahan bahan.

Pengolahan kecambah kacang tunggak dapat diawali dengan proses penyortiran untuk memisahkan kacang tunggak kualitas baik dengan kotoran atau benda asing. Kacang tunggak hasil penyortiran direndam dalam air dengan

perbandingan 1:4 (b/v) selama 12 jam pada suhu ruang. Air diserap oleh kacang tunggak selama proses perendaman untuk mengaktifkan hormon giberelin yang berperan mempercepat perkecambahan (Wiraatmaja, 2017). Asam giberelin (AG) merangsang pembentukan enzim amilase, protease, β -glukonase, dan fosfatase (Putra dkk, 2022). Tahap selanjutnya kacang tunggak ditiriskan dan dimasukkan ke dalam wadah yang tertutup dengan kondisi gelap agar mencegah masuknya cahaya matahari.

Proses perkecambahan bermanfaat untuk menghidrolisis oligosakarida, menurunkan aktivitas enzim lipoksigenase yang menyebabkan aroma langu, serta menurunkan zat antigizi (polifenol, tripsin inhibitor, dan asam fitat) yang terkandung dalam kacang tunggak. Kandungan zat antigizi pada kacang tunggak seperti tripsin inhibitor (13,7 mg/g), asam fitat (12,8 mg/g), dan tanin (9,7 mg/g) (Vasagam dkk, 2007). Proses perkecambahan selama 12 jam pada suhu ruang dapat menurunkan kadar antigizi tripsin inhibitor 22,4%, tanin 66,7%, asam fitat 30,5%, dan aktivitas hemagglutinin 79% (Mubarak, 2005).

Polifenol merupakan senyawa yang menentukan warna kulit pada biji kacang tunggak. Semakin tinggi kandungan polifenol maka semakin gelap warna kulit biji kacang tunggak. Polifenol membentuk ikatan kompleks bersama protein dan karbohidrat serta dapat menghambat penyerapan mineral. Jumlah polifenol dalam kacang tunggak dapat dikurangi dengan cara mengupas kulit biji kacang tunggak. Zat antigizi lain yang terdapat pada kacang tunggak yaitu tripsin inhibitor dan asam fitat. Tripsin inhibitor merupakan senyawa protein yang dapat menghambat aktivitas enzim tripsin pada saluran pencernaan.

Asam fitat biasa ditemukan pada kacang-kacangan. Asam fitat dapat mengikat mineral seperti kalsium, seng, zat besi, sehingga tidak dapat diabsorpsi oleh tubuh. Asam fitat juga bereaksi dengan protein membentuk senyawa kompleks dan dapat menurunkan daya cerna protein. Proses pengolahan seperti perendaman, pemanasan, dan perkecambahan dapat menurunkan kadar asam fitat pada kacang tunggak. Proses perendaman dapat melarutkan sebagian asam fitat ke dalam air (Kuswardhani, 2016). Selama proses perendaman terjadi peningkatan aktivitas enzim fitase yang menghidrolisis asam fitat menjadi inositol dan orthofosfat sehingga terjadi pemecahan asam fitat serta menurunkan kadar asam fitat. Proses perendaman selama 24 jam dapat menurunkan kadar asam fitat menjadi 0,24% (Renaldi, 2022).

Proses perendaman dapat menurunkan kadar zat besi pada kacang tunggak. Hal ini ditunjukkan bahwa kacang tunggak yang mengandung 6,60 mg/100 g MD dalam zat besi ditemukan dengan kandungan 5,68 mg/100 g MS yang berarti kehilangan 13,94% setelah perendaman selama 24 jam (Diouf dkk, 2019). Selain proses perendaman, tahap berikutnya yaitu proses pemanasan yang dapat merusak struktur kacang tunggak menjadi lebih lunak (Kuswardhani, 2016). Proses pemanasan dapat dilakukan dengan cara mengukus kacang tunggak dalam waktu singkat dan merendam dalam air hangat bersuhu 45 – 60°C (suhu optimal aktivitas enzim fitase) selama beberapa jam.

Gabungan antara proses perendaman dan pemanasan dapat menurunkan kadar asam fitat secara efektif. Proses pemanasan dapat menghidrolisis asam fitat dari bentuk myo-inositol heksafosfat (IP6) menjadi fosfat myo-inositol intermediate sehingga dapat meningkatkan bioavailabilitas (Subham dkk, 2020). Tidak hanya asam fitat, kacang tunggak juga mengandung oligosakarida terutama rafinosa, trehalose, dan stakiosa yang dapat menyebabkan gejala flatulensi (perut kembung). Hal ini disebabkan oleh sistem pencernaan tidak memiliki alfa-galaktosida sehingga terfermentasi oleh mikroorganisme dan menghasilkan gas metana, karbon dioksida, dan hidrogen. Kandungan alfa-galaktosida meningkat selama 12 jam pertama perkecambahan kemudian stabil atau menurun.

Perkecambahan dapat menguraikan oligosakarida sehingga kadar karbohidrat dalam kecambah menurun (Anggrahini, 2007). Karbohidrat dipecah oleh enzim alfa-amilase yang memecah pati menjadi glukosa dan dekstrin, sedangkan beta-amilase memecah pati menjadi maltose dan dekstrin yang akhirnya didegradasi kembali untuk menghasilkan energi. Hal ini dibuktikan dengan kandungan rafinosa mengalami penurunan sebesar 67% selama periode 5 hari perkecambahan (Diouf dkk, 2019). Sementara itu, perkecambahan selama 24 jam dapat mengurangi kandungan stakiosa sebesar 53% sedangkan perkecambahan selama 48 jam dapat mengurangi stakiosa sebesar 92% (Diouf dkk, 2019). Sejalan dengan Phillips dkk (2022) menyatakan kandungan stakiosa semula sebesar 3,3 g per 100 gram dan mengalami penurunan setelah 48 jam perkecambahan pada suhu 30°C. Lebih lanjut, kandungan stakiosa berkurang pada suhu 35°C setelah 48 jam atau 72 jam masing-masing sebesar 85% dan 95%.

Rendemen tepung kecambah kacang tunggak sebesar 35,8% yang diperoleh dari berat tepung yang lolos ayakan dibandingkan dengan berat awal bahan segar dikalikan 100%. Nilai rendemen dipengaruhi oleh kadar air bahan segar. Perhitungan rendemen tepung kecambah kacang tunggak diperlukan untuk menghasilkan jumlah tepung yang tepat agar tidak terjadi kekurangan bahan saat pengolahan pada tahap selanjutnya. Perbandingan kandungan gizi kacang tunggak segar, tepung kacang tunggak, dan tepung kecambah kacang tunggak dalam 100 gram disajikan pada Tabel 11.

Tabel 11. Perbandingan Kandungan Gizi dalam 100 gram Kacang Tunggak, Tepung Kacang Tunggak, dan Tepung Kecambah Kacang Tunggak

Komposisi	Kacang Tunggak ^a	Tepung Kacang Tunggak ^b	Tepung Kecambah Kacang Tunggak ^c
Energi (Kkal)	331	364	358
Protein (g)	24,4	25,2	22,0
Lemak (g)	1,9	2,6	2,5
Karbohidrat (g)	56,6	59,9	65,2
Abu (g)	3,6	1,2	2,5
Air (g)	13,5	10,9	7,5
Besi (mg)	13,9	-	9,15 ^d

Sumber: ^aKemenkes RI (2017), ^bPutri, R. (2020), ^cLestari dan Murtini (2017), ^dData Primer (2021)

Tabel 11 menunjukkan bahwa proses perkecambahan dan penepungan pada kacang tunggak dapat meningkatkan kandungan energi dan zat gizi. Kadar protein tepung kecambah kacang tunggak lebih rendah (22 g) dibandingkan kacang tunggak dan tepung kacang tunggak. Sementara itu, kandungan karbohidrat tepung kecambah kacang tunggak mengalami peningkatan menjadi 65,2 g dibanding kacang tunggak dan tepung kacang tunggak. Kadar air tepung kecambah kacang tunggak juga mengalami penurunan akibat proses penepungan menjadi 7,5 g.

3. Tepung Sorgum (*Sorghum bicolor* L.)

Sorgum (*Sorghum bicolor* L.) merupakan salah satu serealia yang termasuk famili *Poaceae* atau *Graminae*. Karakteristik tanaman sorgum yaitu batang berbentuk silinder, berbuku-buku (*nodes*), dan beruas-ruas (*internodes*) dengan alur yang berselang-seling tiap ruas. Tinggi tanaman sorgum berkisar 0,5 – 4 meter. Daun sorgum memiliki lapisan lilin yang terdapat pada lapisan epidermis. Sorgum dapat tumbuh di daerah dengan kelembaban rendah, intensitas hujan rendah, sistem pengairan terbatas, dan lahan yang tidak subur

(FAO, 2002). Biji sorgum memiliki warna bervariasi (putih, kuning, merah, coklat, ungu) tergantung ketebalan kulit (*pericarp*), testa, dan warna pada bagian endosperm. Kulit biji sorgum yang berwarna coklat atau gelap mengandung tanin lebih tinggi dibandingkan kulit biji sorgum berwarna putih atau terang (Azrai dkk, 2021). Biji sorgum berbentuk bulat dan memiliki berat 25 – 55 mg. Biji sorgum terdiri dari lapisan luar (*coat*), embrio (*gem*), dan endosperm. Bagian pericarp dan endosperma biji sorgum mengandung arabinosilan, α -glukan, vitamin, dan mineral (Dicke dkk, 2006). Endosperma biji sorgum juga mengandung tinggi mengandung tinggi pati (82,5%) sedangkan bagian lembaga mengandung tinggi lemak (18,90%). Kandungan gizi biji sorgum disajikan pada Tabel 12.

Tabel 12. Kandungan Gizi Biji Sorgum

Bagian Biji	Kandungan Gizi (%)				
	Pati	Protein	Lemak	Abu	Serat Kasar
Biji utuh	73,8	12,3	3,60	1,65	2,2
Endosperma	82,5	12,3	0,63	0,37	1,3
Kulit biji	34,6	6,7	4,90	2,02	8,6
Lembaga	9,8	13,4	18,90	10,36	2,6

Sumber: Firmansyah dan Suarni, 2005

Sorgum bermanfaat untuk mencegah beberapa penyakit seperti kanker usus, penyakit jantung, obesitas, menjaga kadar gula darah, dan menurunkan tekanan darah tinggi (Azrai dkk, 2021). Hasil penelitian Arifani (2019) menunjukkan penambahan tepung sorgum pada pakan tikus DM kelompok perlakuan P dapat meningkatkan berat badan tikus dan menurunkan tekanan darah sistolik sebesar 89,3 mmHg (43,9%). Didukung oleh Dewi dkk (2020) menyatakan bahwa penambahan tepung sorgum pada pakan tikus DM kelompok perlakuan P dapat meningkatkan berat badan dan menurunkan kadar glukosa darah puasa (GDP). Peningkatan berat badan kelompok perlakuan P disebabkan oleh penambahan tepung sorgum yang mengandung antioksidan, indeks glikemik (IG) rendah, dan tinggi serat (Arifani dkk, 2019; Dewi dkk, 2020). Kandungan serat pada tepung sorgum sebesar 8,83% yang terdiri dari serat larut air (2,39%) dan serat tidak larut air (6,44%) (Suarni, 2016). Komposisi nilai gizi beberapa sereal disajikan pada Tabel 13.

Sorgum menjadi salah satu pangan alternatif pengganti terigu yang memiliki potensi untuk dikembangkan. Secara umum sorgum kaya akan vitamin B kompleks dan mineral seperti zat besi, kalium, fosfor, dan seng. Sorgum mengandung kadar zat besi (3,36 mg) relatif tinggi dibandingkan gandum hitam

(2,36 mg), millet (3,01 mg), dan beras (0,8 mg). Kandungan thiamin dan vitamin B6 sorgum juga lebih tinggi dibanding gandum hitam dan beras. Sorgum mengandung karbohidrat 72,1 g, protein 10,6 g, lemak 3,5 g, dan serat 6,7 g. Serat pangan terdiri atas serat pangan total, larut, tidak larut, dan β -glukan. Sebagian besar terdiri dari serat tidak larut (75 – 90%) dan serat larut (10 – 25%) yang terdapat pada pericarp dan endosperma (Mohamed dkk, 2022). Lebih lanjut, kandungan serat pada sorgum sekitar 6 – 15 g per 100 g biji sorgum. Sejalan dengan Suarni (2016) menyatakan sorgum mengandung serat pangan dan β -glukan sekitar 2 – 9%. Tabel 13 menunjukkan kandungan protein sorgum lebih tinggi (10,6 g) dibanding gandum hitam (10,3 g) dan beras (6,6 g), tetapi masih lebih rendah dibandingkan dengan gandum putih (11,3 g).

Tabel 13. Komposisi Nilai Gizi Beberapa Serealia per 100 gram Bahan

Komposisi	Sorgum	Gandum Putih	Gandum Hitam	Millet	Beras
Energi (Kkal)	329	342	338	378	360
Protein (g)	10,6	11,3	10,3	11	6,6
Lemak (g)	3,46	1,71	1,63	4,22	0,58
Karbohidrat (g)	72,1	75,9	75,9	72,8	79,3
Serat (g)	6,7	12,2	15,1	8,5	
Abu (g)	1,43	1,52	1,57	3,25	0,58
Air (g)	12,4	9,57	10,6	8,67	12,9
Besi (mg)	3,36	4,56	2,63	3,01	0,8
Kalsium (mg)	13	32	24	8	9
Fosfor (mg)	289	355	332	285	108
Natrium (mg)	2	2	2	5	1
Kalium (mg)	363	432	510	195	86
Tembaga (mg)	0,28	0,36	0,36	0,75	0,11
Seng (mg)	1,67	3,33	2,65	1,68	1,16
Vitamin A (IU)	0	9	11	0	
Vitamin B1 (mg)	0,33	0,38	0,31	0,42	0,07
Vitamin B2 (mg)	0,09	0,10	0,25	0,29	0,04
Vitamin B3 (mg)	3,69	4,38	4,27	4,72	1,6
Vitamin B5 (mg)	0,36	0,95	1,46	0,84	1,34
Vitamin B6 (mg)	0,44	0,36	0,29	0,38	0,14
Vitamin B9 (μ g)	20	38	38	85	9
Vitamin C (mg)	0	0	0	0	0

Sumber: USDA, 2018

Kelemahan sorgum yaitu mengandung asam fitat dan tanin. Asam fitat dapat mengikat mineral seperti zat besi dalam bentuk ion sehingga menghambat absorpsi dalam tubuh. Asam fitat terdapat pada sel aleurone sorgum sebesar 0,3 – 1,0%. Asam fitat dapat dikurangi melalui proses pengolahan seperti

perendaman, pengukusan, perkecambahan, dan fermentasi. Proses perendaman dapat meningkatkan aktivitas enzim fitase yang menghidrolisis asam fitat menjadi inositol dan orthofosfat sehingga terjadi pemecahan asam fitat yang menurunkan kadar asam fitat pada sorgum. Asam fitat yang berupa kalium fitat ikut larut dalam air selama proses perendaman (Pangastuti dkk, 2013).

Tanin termasuk salah satu senyawa polifenol yang dapat mengikat protein alkaloid dan gelatin. Secara umum tanin pada sorgum berikatan dengan karbohidrat untuk membentuk jembatan oksigen sehingga terhidrolisis oleh asam sulfat. Gallotanin merupakan salah satu tanin yang terdiri dari gabungan karbohidrat dan asam galat. Dua asam galat juga akan membentuk tanin yang terhidrolisis (ellagitanin). Konsentrasi tanin pada sorgum berkisar 0,2 – 48,0 mg/g dengan sorgum testa hitam mengandung kadar tanin tertinggi (Khalid dkk, 2022). Sejalan dengan penelitian Suarni dan Patong (2002) menyatakan kandungan tanin tertinggi pada varietas sorgum lokal Batara Tojeng Eja (5,60%) sedangkan kadar tanin terendah terdapat pada varietas Kawali (0,82%) dan Numbu (0,91%). Untuk mengurangi kadar tanin pada sorgum dapat dilakukan 2 – 3 kali proses penyosohan (Suarni, 2016). Kandungan tanin pada beberapa varietas sorgum disajikan pada Tabel 14.

Tabel 14. Kandungan Tanin pada Beberapa Varietas Sorgum

Varietas	Jumlah (%)
Span*	0,96
Batara Tojeng Eja	5,60
Batara Tojeng Bae	4,66
Lokal Jeneponto	3,67
Isiap Darado	1,06
Manggarai/Selayar	1,01
UPCA – S1	0,89
Kawali ^a	0,82
Numbu ^a	0,91
Lokal Wajo 1 ^b	2,34
Lokal Wajo 2 ^b	2,12

Sumber: Suarni dan Singgih (2002), ^aFirmansyah dan Suarni (2005), ^bFirmansyah dan Suarni (2012)

Pengolahan biji sorgum dapat diawali dengan proses penyortiran, penyosohan, dan penepungan. Tahap penyortiran biji sorgum bertujuan untuk memisahkan sorgum kualitas baik dengan kotoran. Tahap selanjutnya yaitu proses penyosohan sorgum dianjurkan pada kadar air kurang dari 14%. Penyosohan dapat meningkatkan cita rasa produk olahan sorgum seperti *cookies*,

biskuit, dan *crackers* tetapi dapat mengurangi nilai gizi karena adanya pengikisan lapisan kulit ari sorgum yang mengandung zat gizi seperti protein dan lemak.

Proses penepungan sorgum dapat dibedakan menjadi dua metode yaitu metode basah dan kering. Penepungan metode basah dapat diawali dengan proses penyosohan, perendaman, penirisan, penepungan, dan pengeringan menggunakan sinar matahari sampai kadar air kurang dari 12%. Tepung sorgum yang diolah dengan metode basah memiliki rendemen lebih tinggi dibanding metode kering. Hal ini disebabkan oleh sorgum sosoh yang melalui perendaman dengan metode basah dapat mengubah struktur granula pati, lemak, dan protein sehingga biji sorgum menjadi lunak dan mudah diolah menjadi tepung, serta menghasilkan tekstur tepung lebih halus dan rendemen tepung sorgum tinggi (Firmansyah dan Suarni, 2005). Sifat fisikokimia dan rendemen tepung sorgum disajikan pada Tabel 15.

Tabel 15. Sifat Fisikokimia dan Rendemen Tepung Sorgum

Sifat Fisikokimia	Varietas		
	Kawali	Numbu	Span
Daya serap air (%)	15,11	15,12	16,12
Daya serap minyak (%)	7,35	6,06	7,46
Emulsi (%)	39,2	40	36,4
Derajat putih	91,01	82,12	79,91
Amilosa (%)	25,79	24,96	25,35
Rendemen tepung (%)	67,14	66,45	72,50
Tekstur	Halus	Halus	Halus

Sumber: Firmansyah dan Suarni, 2005

Pati merupakan karbohidrat kompleks tidak larut air yang terdiri atas dua senyawa polimer glukosa yaitu amilopektin dan amilosa. Sorgum mengandung tinggi pati (82,5%) pada bagian endosperma. Pati sorgum terdiri dari amilopektin (70 – 80%) dan amilosa (20 – 30%) (Firmansyah dan Suarni, 2005). Amilosa yang terdapat pada tepung sorgum termasuk kategori sedang (20 – 25%) sehingga dapat digunakan untuk menggantikan tepung terigu (Suarni, 2016). Kandungan amilosa dan amilopektin tepung sorgum relatif sama dengan amilosa (28%) dan amilopektin (72%) pada tepung terigu (Pradipta dan Widya, 2015). Susunan amilosa dan amilopektin dapat memengaruhi pengembangan granula pati.

Daya cerna pati merupakan kemampuan pati terhidrolisis oleh enzim pankreatik sehingga memengaruhi kandungan gizi pada sereal. Mayoritas daya cerna pati sorgum (30 – 66,2%) sedangkan sisanya mudah dicerna (15,3 – 26,6%) atau resistif (16,7 – 43,2%) (Khalid dkk, 2022). Daya cerna pati pada sorgum dapat

ditingkatkan dengan proses pengolahan seperti pengukusan, penyosohan, dan *puffing*. Biji sorgum dapat diolah menjadi bahan setengah jadi berupa sorgum sosoh dan tepung sorgum. Perbandingan kandungan gizi tepung sorgum dan tepung terigu dalam 100 gram disajikan pada Tabel 16.

Tabel 16. Perbandingan Kandungan Gizi Tepung Sorgum dan Tepung Terigu dalam 100 gram

Komposisi	Tepung Sorgum ^a	Tepung Terigu ^b
Energi (Kkal)	359	333
Protein (g)	8,43	9
Lemak (g)	3,34	1
Karbohidrat (g)	76,6	77,2
Serat (g)	6,6	0,3
Abu (g)	1,32	1
Air (g)	10,3	11,8
Besi (mg)	3,14	6,3
Kalsium (mg)	12	22
Fosfor (mg)	278	150
Natrium (mg)	3	2
Kalium (mg)	324	0
Tembaga (mg)	0,25	0
Seng (mg)	1,63	2,8
Vitamin A (IU)	0	0
Vitamin C (mg)	0,8	0

Sumber: ^aUSDA (2018), ^bKemenkes RI (2019)

Tabel 16 menunjukkan bahwa kandungan gizi tepung sorgum relatif sama dengan tepung terigu. Tepung sorgum mengandung energi 359 Kkal lebih tinggi dibandingkan tepung terigu 333 Kkal, sedangkan kadar protein tepung sorgum (8,43 g) relatif sama dengan tepung terigu (9 g).

Proses penepungan pada sorgum mampu meningkatkan energi, karbohidrat, vitamin B3, dan vitamin B9. Kadar karbohidrat tepung sorgum (76,6 g) lebih tinggi dibanding biji sorgum (72,1 g) (USDA, 2018). Namun kadar lemak tepung sorgum mengalami penurunan menjadi 3,34 g sehingga dapat memperlambat perubahan rasa dan aroma tengik akibat oksidasi lemak saat penyimpanan. Protein tepung sorgum juga lebih rendah (8,43 g) dibanding protein sorgum (10,6 g). Hal ini disebabkan oleh adanya pengikisan protein pada lapisan aleurone biji sorgum saat proses penyosohan sedangkan proses pemanasan pada penepungan sorgum dapat menyebabkan denaturasi protein.

Daya cerna protein sorgum mentah sebesar 10% dibawah beras dan gandum sedangkan daya cerna protein sorgum matang mengalami penurunan paling besar 24,5% (Lufiria, 2012). Mutu protein ditentukan oleh daya cerna

(*digestibility*), daya serap, jumlah dan susunan asam amino. Tepung sorgum kaya akan asam amino esensial seperti lisin 20,16 mg/g protein, metionin 13,92 mg/g protein, sistein 15,04 mg/g protein, treonin 30,24 mg/g protein, dan tryptofan 12,16 mg/g protein (FAO, 2013). Tepung sorgum dan tepung terigu berasal dari kelompok sereal yang memiliki asam amino pembatas yaitu lisin. Kandungan lisin pada tepung sorgum (20,16 mg/g protein) relatif sama dengan tepung terigu (19,82 mg/g protein). Tidak hanya lisin, tepung sorgum mengandung treonin dan tryptofan relatif lebih tinggi dibandingkan treonin (26,84 mg/g protein) dan tryptofan (10,18 mg/g protein) pada tepung terigu. Tepung sorgum juga kaya akan asam amino non esensial asam glutamat (211,52 mg/g protein), alanin (93,44 mg/g protein), dan prolin (81,12 mg/g protein). Asam glutamat merupakan salah satu asam amino non esensial yang dapat memengaruhi rasa biskuit yang dihasilkan. Perbandingan komposisi asam amino tepung sorgum dan tepung terigu disajikan pada Tabel 17.

Tabel 17. Perbandingan Komposisi Asam Amino Tepung Sorgum dan Tepung Terigu

Komposisi	Jumlah (mg/g protein)	
	Tepung Sorgum	Tepung Terigu
Lisin	20,16	19,82
Metionin	13,92	15,26
Sistein	15,04	24,91
Treonin	30,24	26,84
Tryptofan	12,16	10,18
Isoleusin	39,2	38,07
Leusin	133,12	70,17
Fenilalanin	48,96	51,05
Tirosin	26,72	23,15
Valin	50,08	42,10
Arginin	30,72	33,85
Histidin	21,44	21,22
Alanin	93,44	30,87
Asam aspartat	64,96	40,70
Asam glutamat	211,52	358,24
Glisin	29,76	33,85
Prolin	81,12	120,70
Serin	41,12	47,19

Sumber: FAO, 2013

E. Nilai Energi dan Mutu Kimia

1. Nilai Energi

Energi diperlukan oleh tubuh untuk melakukan aktivitas. Energi diperoleh dari karbohidrat, protein, dan lemak yang terkandung dalam bahan makanan. Pemenuhan kebutuhan energi dan zat gizi untuk anak sekolah perlu diperhatikan karena adanya peningkatan kebutuhan gizi untuk mendukung masa pertumbuhan dan perkembangan. Angka kecukupan gizi yang dianjurkan untuk anak sekolah usia 7 – 9 tahun yaitu energi 1650 Kkal, protein 40 g, lemak 55 g, dan karbohidrat 250 g (Kemenkes RI, 2019). Kebutuhan energi untuk makanan tambahan anak usia sekolah mengacu pada Permenkes Nomor 51 Tahun 2016 tentang standar produk suplementasi gizi yaitu 400 – 600 Kkal per 100 gram biskuit. Penambahan tepung kecambah kacang tunggak dan tepung sorgum akan meningkatkan nilai energi biskuit secara perhitungan empiris. Hal ini disebabkan kandungan energi tepung kecambah kacang tunggak (358 Kkal) dan tepung sorgum (359 Kkal) lebih tinggi dibandingkan dengan tepung terigu (333 Kkal).

2. Kadar Air

Kadar air merupakan kandungan air yang terdapat pada bahan makanan sebelum dan setelah proses pemanasan yang dapat dinyatakan berdasarkan berat basah (*wet basis*) dan bahan kering (*dry basis*). Semakin tinggi kadar air maka bahan makanan akan mudah mengalami kerusakan secara mikrobiologis maupun reaksi kimia (Kusnandar, 2019). Kadar air dalam bahan makanan dapat dikurangi atau dihilangkan melalui proses pengeringan agar memperpanjang daya tahan bahan makanan (Winarno, 2004).

Hasil penelitian Lestari dan Murtini (2017) menunjukkan tepung kecambah kacang tunggak mengandung kadar air sebanyak 7,52% sehingga dapat memperpanjang umur simpan biskuit. Sejalan dengan penelitian Elvira dkk (2019) menyatakan kadar air tepung kecambah kacang tunggak (2,6%) lebih rendah dibandingkan tepung kacang tunggak (4,96%) yang disebabkan oleh adanya proses hidrolisis selama proses perkecambahan (germinasi) sehingga kandungan air dalam bahan berkurang.

Syarat kadar air biskuit untuk anak usia sekolah mengacu pada Permenkes Nomor 51 Tahun 2016 tentang standar produk suplementasi gizi yaitu maksimal 5,0%. Hasil penelitian Winata dkk (2018) menyatakan penambahan 10 – 50%

tepung kecambah kacang tunggak menghasilkan *cookies* dengan kadar air berkisar 1,83 – 4,57%. Sejalan dengan Lestari dan Murtini (2017), kadar air *cookies* dengan penambahan 16 – 100% tepung kecambah kacang tunggak sekitar 2,43 – 3,79%. Lebih lanjut, kadar air *cookies* cenderung meningkat seiring dengan bertambahnya tepung kecambah kacang tunggak (Lestari dan Murtini, 2017; Winata dkk, 2018). Didukung oleh penelitian Permatasari dkk (2020), kadar air biskuit dengan substitusi 16% tepung kacang tunggak dan 24% tepung kacang tunggak masing-masing sebesar 4,01 g dan 4,95 g. Hal ini menunjukkan adanya peningkatan kadar air biskuit seiring dengan meningkatnya substitusi tepung kacang tunggak.

Peningkatan kadar air dipengaruhi oleh kandungan protein tepung kecambah kacang tunggak yang bersifat hidrofilik sehingga memiliki daya serap air yang lebih banyak. Sejalan dengan Elvira dkk (2019), daya serap air tepung kecambah kacang tunggak (1,39 ml H₂O/g) lebih tinggi dibandingkan daya serap air tepung kacang tunggak (1,06 ml H₂O/g) yang disebabkan oleh adanya peningkatan kadar protein saat proses perkecambahan. Lebih lanjut, daya serap air juga dipengaruhi oleh karbohidrat berupa pati dan serat kasar yang bersifat hidrofilik. Kandungan serat pada kacang tunggak dapat memengaruhi aktivitas air dengan cara mengikat air sehingga memerlukan waktu lebih lama untuk menguap saat proses pemanasan (Asfi dkk, 2017). Semakin tinggi kadar air yang terikat pada serat kacang tunggak, maka semakin tinggi kadar air biskuit (Permatasari dkk, 2020).

Hasil penelitian Rahmawati dan Anggray (2021) menyatakan substitusi 20% tepung sorgum menghasilkan *cookies* dengan kadar air tertinggi yaitu 3,60%. Sejalan dengan Dhanasatya (2021), penambahan 25% tepung sorgum menghasilkan *cookies* dengan kadar air sebesar 2,4 – 2,61%. Didukung oleh penelitian Lestari dan Wibisono (2023), kadar air *cookies* cenderung meningkat seiring dengan meningkatnya substitusi tepung sorgum. Lebih lanjut, hal ini dibuktikan dengan penambahan 80% tepung sorgum dan 95% tepung sorgum menghasilkan *cookies* dengan kadar air secara berturut-turut yaitu 4,78% dan 5,28%. Kadar air meningkat disebabkan oleh daya serap air tepung sorgum (1,51%) yang berkaitan dengan kandungan pati (amilosa dan amilopektin) pada tepung sorgum (Cahyadi dkk, 2018). Lebih lanjut, semakin tinggi kadar amilosa pada tepung sorgum, maka daya serap air semakin tinggi. Kandungan amilosa

pada tepung sorgum (20 – 25%) relatif sama dengan tepung terigu (28%) sedangkan amilopektin tepung sorgum (70 – 80%) dan tepung terigu (72%) (Pradipta dan Widya, 2015; Firmansyah dan Suarni, 2005). Peningkatan kadar air juga dipengaruhi oleh kandungan serat kasar pada tepung sorgum (2,75%) relatif lebih tinggi dibandingkan serat kasar pada tepung terigu (1,92%) (Suarni, 2004). Serat dalam tepung sorgum bersifat mengikat air sehingga semakin tinggi substitusi tepung sorgum maka semakin tinggi kadar air (Syifahaque dkk, 2022).

3. Kadar Abu

Kadar abu merupakan bagian dari analisis proksimat yang menunjukkan kandungan mineral dalam bahan makanan setelah melalui proses pemanasan suhu tinggi diatas 500 – 600°C. Hasil penelitian Elvira dkk (2019) menunjukkan bahwa kadar abu tepung kecambah kacang tunggak (4,15%) lebih tinggi dibandingkan kadar abu tepung kacang tunggak (4,13%). Sejalan dengan Lestari dan Murtini (2017), kadar abu tepung kecambah kacang tunggak sebesar 2,57%. Didukung oleh penelitian Setiyoko dan Yuli (2023), kadar abu tepung kecambah kacang tunggak (4,13%) relatif lebih tinggi dibandingkan kadar abu tepung kacang tunggak (4,11%). Lebih lanjut, peningkatan kadar abu dipengaruhi oleh adanya aktivitas enzim fitase yang meningkat saat perkecambahan (germinasi) sehingga terjadi hidrolisis ikatan antara protein dan mineral. Kadar abu yang semakin tinggi menunjukkan kandungan mineral juga semakin tinggi (Elvira dkk, 2019; Setiyoko dan Yuli, 2023). Hasil penelitian Winata dkk (2018) menyatakan substitusi 10 – 50% tepung kecambah kacang tunggak menghasilkan *cookies* dengan kadar abu berkisar 1,20 – 1,48%. Didukung oleh penelitian Permatasari dkk (2020), kadar abu biskuit dengan substitusi 16% tepung kacang tunggak dan 24% tepung kacang tunggak masing-masing 2,45 g dan 2,67 g. Kadar abu cenderung meningkat seiring dengan bertambahnya substitusi tepung kecambah kacang tunggak (Winata dkk, 2018; Permatasari dkk, 2020). Kadar abu pada tepung kecambah kacang tunggak (2,5 g) relatif lebih tinggi dibandingkan dengan kadar abu pada tepung terigu (1 g) (Lestari dan Murtini, 2017; Kemenkes RI, 2019).

Hasil penelitian Dhasatya (2021) menunjukkan kadar abu *cookies* dengan penambahan 25% tepung sorgum sebesar 1,92 – 1,96%. Sejalan dengan Rahmawati dan Anggray (2021), kadar abu *cookies* dengan substitusi 20 – 80% tepung sorgum berkisar 1,17 – 1,34%. Lebih lanjut, kadar abu tertinggi terdapat

pada *cookies* dengan substitusi 60% dan 80% tepung sorgum yaitu 1,34%. Didukung oleh penelitian Syifahaque dkk (2022), kadar abu *cookies* dengan penambahan 20% tepung sorgum sebesar 2,34% sedangkan penambahan 60% tepung sorgum menghasilkan *cookies* dengan kadar abu 2,44%. Kadar abu *cookies* cenderung meningkat seiring dengan meningkatnya substitusi tepung sorgum (Rahmawati dan Anggray, 2021; Syifahaque dkk, 2022). Peningkatan kadar abu *cookies* dipengaruhi oleh kadar abu tepung sorgum (1,32 g) relatif lebih tinggi dibandingkan tepung terigu (1 g) (USDA, 2018; Kemenkes, 2019). Kadar abu yang tinggi juga disebabkan oleh kandungan mineral tinggi pada tepung sorgum seperti fosfor 278 mg, kalsium 12 mg, seng 1,63 mg, dan tembaga 0,25 mg (USDA, 2018).

4. Kadar Protein

Protein berperan penting dalam mengangkut zat gizi dari saluran cerna melalui dinding saluran cerna ke dalam darah, dari darah ke jaringan-jaringan, dan melalui membrane sel ke dalam sel-sel (Almatsier, 2010). Protein juga berperan membantu mengoptimalkan penyerapan zat besi dalam tubuh. Protein dalam makanan dikelompokkan menjadi 2 yaitu protein lengkap dan protein tidak lengkap. Protein lengkap merupakan bahan makanan yang mengandung 9 asam amino esensial dengan jumlah yang sesuai kebutuhan tubuh dan terdapat pada bahan makanan hewani, kedelai, serta olahan kedelai. Sementara itu, protein tidak lengkap merupakan bahan makanan yang kekurangan 1 asam amino atau lebih dari 9 asam amino esensial yang terdapat pada bahan makanan nabati (sereal dan kacang-kacangan).

Hasil penelitian Lestari dan Murtini (2017) menyatakan tepung kecambah kacang tunggak mengandung protein sebesar 22,07 g. Didukung oleh penelitian Elvira dkk (2019), kadar protein tepung kecambah kacang tunggak (28,18 g) relatif lebih tinggi dibandingkan tepung kacang tunggak (26,41 g). Peningkatan kadar protein tepung kecambah kacang tunggak disebabkan oleh adanya aktivitas enzim saat perkecambahan (germinasi) untuk memecah protein menjadi asam amino sehingga kadar protein meningkat.

Syarat kadar protein biskuit untuk anak usia sekolah mengacu pada Permenkes Nomor 51 Tahun 2016 tentang standar produk suplementasi gizi yaitu 11 – 16 g. Hasil penelitian Lestari dan Murtini (2017) menyatakan penambahan

tepung kecambah kacang tunggak berpengaruh nyata terhadap kadar protein *cookies* yaitu 6,01 – 12,55 g per 100 g. Sejalan dengan Winata dkk (2018), kadar protein *cookies* dengan substitusi 10 – 50% tepung kecambah kacang tunggak berkisar 10,81 – 14,79%. Lebih lanjut, *cookies* dengan penambahan 50% tepung kecambah kacang tunggak mengandung kadar protein tertinggi yaitu 14,79%. Kadar protein *cookies* cenderung meningkat seiring dengan bertambahnya substitusi tepung kecambah kacang tunggak (Lestari dan Murtini, 2017; Winata dkk, 2018). Didukung oleh penelitian Tunjungsari dan Fathonah (2019) menjelaskan bahwa peningkatan kadar protein biskuit berbanding lurus dengan bertambahnya tepung kecambah kacang tunggak. Lebih lanjut, biskuit dengan penambahan 30% tepung kecambah kacang tunggak mengandung protein sebesar 6,44%.

Daya cerna protein merupakan kemampuan menyerap protein untuk dihidrolisis oleh enzim protease. Apabila daya cerna protein tinggi maka protein dapat diuraikan menjadi asam amino yang lebih mudah diserap oleh tubuh dan sebaliknya (Rimbawan dkk, 2019). Perkecambahan pada kacang tunggak dapat memecah senyawa kompleks (protein) menjadi senyawa sederhana (asam amino) sehingga meningkatkan daya cerna protein. Daya cerna protein tepung kecambah kacang tunggak (48,45%) lebih tinggi dibandingkan daya cerna tepung kacang tunggak (45,28%) (Elvira dkk, 2019). Perkecambahan mampu menurunkan aktivitas tripsin inhibitor yaitu 5,77 TIU/mg protein menjadi 2,61 TIU/mg protein (Devi dkk, 2015).

Hasil penelitian Dhanasatya dkk (2021) menunjukkan kadar protein *cookies* dengan penambahan 25% tepung sorgum berkisar 2,55 – 2,82%. Sejalan dengan Rahmawati dan Anggray (2021), kadar protein *cookies* dengan penambahan 20% tepung sorgum sebesar 7,78% sedangkan penambahan 40% tepung sorgum mengandung protein sebesar 7,74%. Lebih lanjut, kadar protein *cookies* cenderung menurun seiring dengan bertambahnya substitusi tepung sorgum. Penurunan kadar protein *cookies* disebabkan oleh kadar protein tepung sorgum (8,43 g) relatif lebih rendah dibandingkan kadar protein tepung terigu (9 g) (USDA, 2018; Kemenkes RI, 2019). Kadar protein pada tepung sorgum juga dipengaruhi oleh proses perendaman saat pengolahan tepung sorgum dan suhu tinggi pada proses pemanggangan *cookies*.

Muchtadi (2010) menyebutkan beberapa faktor yang menentukan nilai gizi suatu protein, antara lain:

a) Skor Asam Amino (SAA)

Skor Asam Amino (SAA) merupakan cara teoritis yang digunakan untuk menghampiri nilai biologi (*biological value*) dari protein yang dikonsumsi. SAA menunjukkan bagian asam amino esensial yang dimanfaatkan oleh tubuh dibandingkan dengan yang diserap. Asam amino esensial yang sering defisit yaitu lisin, treonin, metionin, triptofan, dan sistein yang dalam banyak hal memiliki fungsi sama dalam tubuh sehingga penilaian SAA didasarkan pada asam amino tersebut.

Tabel 18. Komposisi Asam Amino setiap Bahan

Nama bahan	Lisin	AAS (Met+Sis)	Treonin	Tryptofan
	(mg/ g protein)			
Tepung terigu	24,30	36,80	28,90	12,30
Tepung kecambah kacang tunggak	68,32	22,56	36	10,88
Tepung sorgum	20,16	28,96	30,24	12,16
Susu bubuk	89,20	32,30	46,90	14,20
Kuning telur	76,90	38,40	48,00	40,10

Sumber: FAO (2013)

b) Mutu Cerna

Mutu Cerna Teoritis (MC) merupakan cara teoritis untuk menghampiri atau menaksir mutu cerna (*digestibility*) yang dilakukan melalui penelitian *bio-assay*. Mutu cerna menunjukkan bagian dari protein atau asam amino yang dapat diserap tubuh dibandingkan dengan yang dikonsumsi. Untuk menghitung mutu cerna teoritis diperlukan data dasar mutu cerna berbagai pangan tunggal hasil penelitian laboratorium yang disajikan pada Tabel 19.

Tabel 19. Mutu Cerna Berbagai Pangan Tunggal

Jenis Pangan	Mutu Cerna (MC)
Beras	90
Terigu	96
Tepung umbi-umbian	86
Telur dan susu	100
Tempe	90
Kedelai (kacang-kacangan)	82
Tepung kedelai	90

5. Kadar Lemak

Lemak merupakan sekelompok ikatan organik yang terdiri atas unsur karbon (C), hidrogen (H), dan oksigen (O) yang memiliki sifat larut dalam zat pelarut tertentu seperti petroleum benzene dan ether. Lemak pada makanan dapat memberi tekstur yang disukai dan kelezatan khusus (Almatsier, 2010).

Hasil penelitian Lestari dan Murtini (2017) menyatakan tepung kecambah kacang tunggak mengandung lemak sebesar 2,57%. Sejalan dengan penelitian Elvira dkk (2019), kadar lemak pada tepung kecambah kacang tunggak (1,24%) lebih rendah dibandingkan kadar lemak tepung kacang tunggak (1,44%). Lebih lanjut dijelaskan kadar lemak mengalami penurunan akibat cadangan makanan diubah menjadi energi selama proses perkecambahan kacang tunggak. Syarat kadar lemak biskuit untuk anak usia sekolah mengacu pada Permenkes Nomor 51 Tahun 2016 tentang standar produk suplementasi gizi yaitu 14 – 21 g. Hasil penelitian Winata dkk (2018) menunjukkan kadar lemak *cookies* dengan penambahan 10 – 50% tepung kecambah kacang tunggak berkisar 20,60 – 25,11%. Lebih lanjut, *cookies* dengan penambahan 50% tepung kecambah kacang tunggak mengandung lemak terendah sebesar 20,60%. Kadar lemak *cookies* cenderung menurun seiring dengan meningkatnya substitusi tepung kecambah kacang tunggak. Kadar lemak tepung kecambah kacang tunggak (2,5 g) relatif lebih tinggi dibandingkan kadar lemak tepung terigu (1 g) (Lestari dan Murtini, 2017; Kemenkes RI, 2019).

Hasil penelitian Dhanasatya dkk (2021) menunjukkan kadar lemak *cookies* dengan penambahan 25% tepung sorgum berkisar 24,81 – 25,94%. Sejalan dengan Rahmawati dan Anggray (2021), kadar lemak *cookies* dengan substitusi 20% tepung sorgum mengandung lemak sebesar 22,30%. Lebih lanjut dijelaskan kadar lemak cenderung meningkat seiring dengan meningkatnya substitusi tepung sorgum. Kadar lemak tepung sorgum (3,34 g) relatif lebih tinggi dibandingkan kadar lemak tepung terigu (1 g) (USDA, 2018; Kemenkes RI, 2019).

6. Kadar Karbohidrat

Karbohidrat berfungsi untuk menyediakan energi bagi tubuh. Karbohidrat merupakan sumber utama energi dimana satu gram karbohidrat menghasilkan 4 Kkal. Karbohidrat dalam tubuh sebagai glukosa untuk keperluan energi segera, dan sebagian disimpan sebagai glikogen dalam hati dan jaringan otot, serta

sebagian diubah menjadi lemak untuk disimpan sebagai cadangan energi didalam jaringan lemak (Almatsier, 2010).

Syarat kadar karbohidrat biskuit untuk anak usia sekolah mengacu pada Permenkes Nomor 51 Tahun 2016 tentang standar produk suplementasi gizi yaitu maksimal 38 g. Hasil penelitian Lestari dan Murtini (2017) menunjukkan tepung kecambah kacang tunggak mengandung karbohidrat sebesar 65,24 g. Sejalan dengan penelitian Elvira dkk (2019), kadar karbohidrat tepung kecambah kacang tunggak (63,81%) relatif lebih tinggi dibandingkan kadar karbohidrat tepung kacang tunggak (63,04%). Didukung oleh Winata dkk (2018), kadar karbohidrat *cookies* dengan penambahan 10 – 50% tepung kecambah kacang tunggak berkisar 58,55 – 63,50%. Lebih lanjut dijelaskan kadar karbohidrat *cookies* cenderung menurun seiring dengan meningkatnya substitusi tepung kecambah kacang tunggak. Penurunan kadar karbohidrat disebabkan oleh kadar karbohidrat tepung kecambah kacang tunggak (65,24 g) relatif lebih rendah dibandingkan kadar karbohidrat tepung terigu (77,2 g) (Lestari dan Murtini, 2017; Kemenkes RI, 2019).

Hasil penelitian Novidahlia dkk (2020) menunjukkan kadar karbohidrat sereal dengan substitusi 15 – 25% tepung sorgum berkisar 56,62 – 62,85%. Sejalan dengan Rahmawati dan Anggray (2021), kadar karbohidrat *cookies* dengan substitusi 20% tepung sorgum dan substitusi 40% tepung sorgum secara berturut-turut yaitu 65% menjadi 68,23%. Didukung oleh penelitian Syifahaque dkk (2022) menjelaskan bahwa kadar karbohidrat *cookies* cenderung meningkat seiring dengan bertambahnya substitusi tepung sorgum. Lebih lanjut dijelaskan kadar karbohidrat *cookies* dengan substitusi 20% tepung sorgum sebesar 76,03% sedangkan substitusi 30% tepung sorgum mengandung karbohidrat sebesar 77,51%. Peningkatan kadar karbohidrat disebabkan oleh kadar karbohidrat tepung sorgum (76,6 g) relatif sama dengan kadar karbohidrat tepung terigu (77,2 g) (USDA, 2018; Kemenkes RI, 2019). Kadar karbohidrat yang tinggi juga dipengaruhi oleh kandungan pati dalam tepung sorgum. Kandungan amilosa pada tepung sorgum (20 – 25%) relatif sama dengan tepung terigu (28%) sedangkan amilopektin tepung sorgum (70 – 80%) dan tepung terigu (72%) (Pradipta dan Widya, 2015; Firmansyah dan Suarni, 2005).

F. Mutu Organoleptik

Mutu organoleptik merupakan pengujian berdasarkan proses penginderaan dan biasa disebut penilaian subjektif. Penilaian organoleptik digunakan untuk menilai mutu makanan seperti warna, rasa, aroma, dan tekstur. Produk biskuit memiliki rasa cenderung manis, serta warna dan aroma yang berbeda tergantung pada jenis bahan baku yang digunakan. Penilaian mutu organoleptik membutuhkan panelis, baik perorangan maupun kelompok untuk menilai mutu dan sifat makanan secara subjektif (Nasiru, 2014). Kelebihan uji mutu organoleptik yaitu dapat mengukur sifat tertentu dari makanan yang tidak dapat diukur menggunakan alat (instrument) sedangkan kelemahan uji mutu organoleptik adalah dapat terjadi bias dan kesalahan panelis.

1. Warna

Warna merupakan penilaian pertama yang berperan penting untuk menentukan kualitas dan daya terima makanan. Penilaian warna dapat dilakukan menggunakan indera penglihatan sehingga apabila makanan memiliki warna yang menarik maka akan meningkatkan selera panelis. Hasil penelitian Winata dkk (2018) menunjukkan tingkat kesukaan panelis terhadap warna *cookies* dengan penambahan 30% tepung kecambah kacang tunggak relatif tinggi 5,65 (suka) dan biskuit berwarna coklat. Lebih lanjut, penambahan substitusi tepung kecambah kacang tunggak diatas 30% dapat menurunkan mutu organoleptik (warna) *cookies*. Hal ini dibuktikan tingkat kesukaan panelis terhadap warna *cookies* dengan substitusi 50% tepung kecambah kacang tunggak yaitu 4,65 (agak suka) dan biskuit berwarna coklat pekat. Sejalan dengan Tunjungsari dan Fathonah (2019), tingkat kesukaan panelis terhadap warna biskuit dengan substitusi 30% tepung kacang tunggak yaitu 3,33 (cukup suka) dan menghasilkan biskuit berwarna coklat tua. Didukung oleh Prihapsari dan Setyaningsih (2021), tingkat kesukaan panelis terhadap warna *cookies* dengan substitusi 30% tepung kacang tunggak yaitu 4,11 (suka) dan menghasilkan *cookies* berwarna coklat muda. Semakin tinggi substitusi tepung kecambah kacang tunggak maka tingkat kesukaan panelis terhadap warna cenderung menurun dan warna biskuit semakin gelap (coklat pekat) (Winata dkk, 2018; Tunjungsari dan Fathonah, 2019).

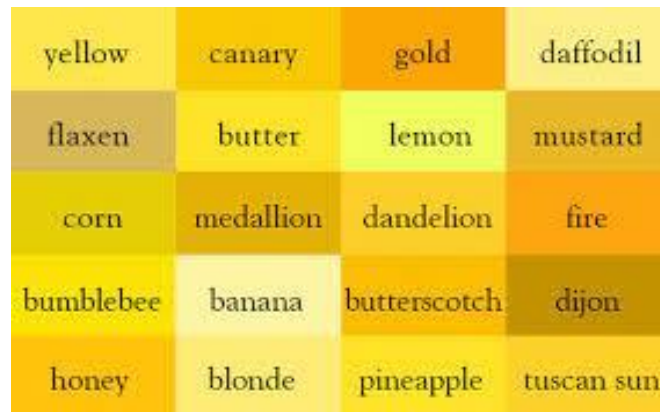
Warna tepung kecambah kacang tunggak dipengaruhi oleh senyawa polifenol dan tanin yang terdapat pada kulit ari kacang tunggak, semakin gelap

warna kulit biji maka semakin tinggi kadar polifenol dan tanin. Untuk mengurangi jumlah polifenol dalam kacang tunggak dapat dilakukan dengan cara mengupas kulit biji kacang tunggak sehingga tepung yang dihasilkan memiliki warna lebih kuning dibanding tepung yang tidak dikupas kulit arinya. Sejalan dengan penelitian Fauziah (2015) menjelaskan bahwa *Rich Biscuit* berwarna kecoklatan disebabkan oleh kulit ari kacang tunggak ikut dihaluskan saat pengolahan tepung kacang tunggak sehingga timbul bintik coklat pada *Rich Biscuit*. Perubahan warna biskuit menjadi kecoklatan juga hasil dari adanya reaksi Maillard yang terjadi antara gula pereduksi dengan gugus amino protein saat proses pemanggangan (Awuchi dkk, 2019). Reaksi Maillard berkontribusi dalam menghasilkan warna coklat pada permukaan biskuit.

Hasil penelitian Syifahaque dkk (2022) menunjukkan tingkat kesukaan panelis terhadap warna *cookies* dengan substitusi 20% tepung sorgum yaitu 4,33 (suka). Sejalan dengan Nurlia dkk (2021), tingkat kesukaan panelis terhadap warna *cookies* dengan substitusi 25% tepung sorgum yaitu 3,12 (suka) dan *cookies* berwarna putih kekuningan. Didukung oleh Hermeni dkk (2023), tingkat kesukaan panelis terhadap warna *cookies* dengan substitusi 25% tepung sorgum yaitu 4,53 (suka) dan *cookies* berwarna kuning kecoklatan. Penambahan tepung sorgum diatas 25% dapat menurunkan mutu organoleptik (warna) *cookies*. Tingkat kesukaan panelis terhadap warna cenderung menurun seiring dengan meningkatnya substitusi tepung sorgum dan warna biskuit semakin gelap (Nurlia dkk, 2021; Syifahaque dkk, 2022). Perubahan warna biskuit dipengaruhi oleh kandungan tanin pada tepung sorgum yang bereaksi dengan ion logam sehingga warna menjadi semakin gelap (pekat) (Syafitri dkk, 2019).

Warna biskuit juga dapat dipengaruhi oleh reaksi Maillard saat proses pemanggangan. Reaksi Maillard terjadi akibat adanya reaksi gula pereduksi dalam tepung sorgum dengan gugus amin bebas dari asam amino dan menghasilkan biskuit yang semula berwarna keemasan menjadi warna coklat. Tingkat kecerahan biskuit sorgum semakin menurun seiring bertambahnya substitusi tepung sorgum tanpa sosoh (Alfiana, 2016). Lebih lanjut, nilai kecerahan tertinggi (76,22) terdapat pada biskuit dengan penambahan 0% tepung sorgum tanpa sosoh sedangkan tingkat kecerahan terendah (61,52) diperoleh pada biskuit dengan substitusi 45% tepung sorgum tanpa sosoh. Palet warna

kuning disajikan pada Gambar 1 untuk menggambarkan warna dari biskuit substitusi tepung kecambah kacang tunggak dan tepung sorgum.



Gambar 1. Palet Warna Kuning

2. Rasa

Rasa merupakan salah satu faktor penting dalam menilai suatu makanan dengan melibatkan indera pengecap (lidah). Secara umum, makanan dapat terdiri dari berbagai rasa utama seperti asin, manis, pahit, dan asam sehingga membentuk suatu citarasa khas dan padu. Hasil penelitian Winata dkk (2018) menyatakan tingkat kesukaan panelis terhadap rasa *cookies* dengan penambahan 30% tepung kecambah kacang tunggak relatif tinggi 5,35 (suka). Lebih lanjut, penambahan substitusi tepung kecambah kacang tunggak diatas 30% dapat menurunkan mutu organoleptik (rasa) *cookies*. Hal ini dibuktikan tingkat kesukaan panelis terhadap rasa *cookies* dengan substitusi 50% tepung kecambah kacang tunggak yaitu 4,30 (agak suka). Sejalan dengan Tunjungsari dan Fathonah (2019), tingkat kesukaan panelis terhadap rasa biskuit dengan substitusi 30% tepung kacang tunggak yaitu 4,58 (agak suka). Semakin tinggi substitusi tepung kecambah kacang tunggak maka tingkat kesukaan panelis terhadap rasa cenderung menurun (Winata dkk, 2018; Tunjungsari dan Fathonah, 2019).

Biskuit dengan substitusi tepung kacang tunggak yang tinggi memiliki rasa langu dan sedikit pahit (Oktavia, 2022). Sejalan dengan Tunjungsari dan Fathonah (2019) menjelaskan tingginya substitusi tepung kacang tunggak menyebabkan rasa langu, sepat, *chalky*, dan pahit pada biskuit. Rasa langu (*beany flavor*) atau bisa dikenal *off flavor* dipengaruhi oleh aktivitas enzim lipoksigenase serta adanya senyawa yang bersifat volatile berupa aldehid, keton, dan alkohol (Kanetro, 2017). *Off flavor* juga dapat disebabkan oleh adanya senyawa glikosida berupa

soyasaponin dan sapogenol pada biji kacang sehingga menimbulkan rasa pahit dan rasa kapur (*chalky*) (Situmorang dkk, 2017).

Hasil penelitian Syifahaque dkk (2022) menunjukkan tingkat kesukaan panelis terhadap rasa *cookies* dengan substitusi 20% tepung sorgum memperoleh nilai rerata tertinggi yaitu 4,53 (suka). Sejalan dengan penelitian Nurlia dkk (2021), tingkat kesukaan panelis terhadap rasa *cookies* dengan substitusi 25% tepung sorgum yaitu 2,88 (agak suka). Didukung oleh Hermeni dkk (2023), tingkat kesukaan panelis terhadap rasa *cookies* dengan substitusi 25% tepung sorgum yaitu 4,16 (suka). Penambahan substitusi tepung sorgum diatas 25% dapat menurunkan mutu organoleptik (rasa) *cookies*. Tingkat kesukaan panelis terhadap rasa cenderung menurun seiring dengan meningkatnya substitusi tepung sorgum (Syifahaque dkk, 2022; Hermeni dkk, 2023). Hal ini disebabkan oleh kandungan tanin yang tinggi pada tepung sorgum dapat menimbulkan rasa sepat (kelat) pada biskuit. Untuk mengurangi rasa sepat (kelat) akibat kadar tanin pada sorgum dapat dilakukan 2 – 3 kali proses penyosohan (Suarni, 2016). Sejalan dengan penelitian Rosniar (2016) menyatakan penambahan 15% tepung sorgum sosoh pada biskuit disukai oleh panelis (33,3%) dengan kategori sangat suka.

3. Aroma

Aroma merupakan senyawa yang dikeluarkan oleh makanan yang dapat dikenali dengan indera penciuman dan menjadi salah satu faktor dalam menilai kelezatan suatu makanan. Hasil penelitian Winata dkk (2018) menunjukkan tingkat kesukaan panelis terhadap aroma *cookies* dengan penambahan 30% tepung kecambah kacang tunggak yaitu 4,70 (agak suka). Lebih lanjut, penambahan substitusi tepung kecambah kacang tunggak diatas 30% dapat menurunkan mutu organoleptik (aroma) *cookies*. Hal ini dibuktikan tingkat kesukaan panelis terhadap aroma *cookies* dengan substitusi 50% tepung kecambah kacang tunggak yaitu 4,45 (agak suka). Sejalan dengan Tunjungsari dan Fathonah (2019), tingkat kesukaan panelis terhadap aroma biskuit dengan substitusi 30% tepung kacang tunggak yaitu 5,17 (suka) serta menghasilkan biskuit dengan aroma kacang tunggak yang semakin kuat. Tingkat kesukaan panelis terhadap aroma cenderung menurun seiring dengan meningkatnya substitusi tepung kecambah kacang tunggak dan aroma khas kacang tunggak semakin kuat (Winata dkk, 2018; Tunjungsari dan Fathonah, 2019). Didukung oleh

penelitian Prihapsari dan Setyaningsih (2021) menunjukkan tingkat kesukaan panelis terhadap aroma *cookies* dengan substitusi 30% tepung kacang tunggak yaitu 4,26 (sangat suka) memiliki aroma khas kacang tunggak dan sedikit langu. Aroma langu (*beany flavor*) yang timbul pada kacang tunggak disebabkan oleh adanya aktivitas enzim lipoksigenase, senyawa volatile, dan reaksi Maillard. Untuk menginaktivasi enzim lipoksigenase dapat melalui proses pemanasan suhu lebih besar dari 80°C dan proses perkecambahan (Kanetro, 2017; Mubarak, 2005).

Hasil penelitian Syifahaque dkk (2022) menunjukkan tingkat kesukaan panelis terhadap aroma *cookies* dengan substitusi 20% tepung sorgum yaitu 4,63 (suka). Sejalan dengan Nurlia dkk (2021), tingkat kesukaan panelis terhadap aroma *cookies* dengan substitusi 25% tepung sorgum yaitu 2,96 (agak suka). Didukung oleh Hermeni dkk (2023), tingkat kesukaan panelis terhadap aroma *cookies* dengan substitusi 25% tepung sorgum 4,36 (suka). Penambahan substitusi tepung sorgum diatas 25% dapat menurunkan mutu organoleptik (aroma) *cookies*. Tingkat kesukaan panelis terhadap aroma cenderung menurun seiring dengan meningkatnya substitusi tepung sorgum (Nurlia dkk, 2021; Hermeni dkk, 2023). Hal ini disebabkan tepung sorgum memiliki aroma berdebu atau apak (*dusty aroma*) sehingga dapat menurunkan tingkat kesukaan panelis terhadap parameter aroma (Brannan dkk, 2001).

4. Tekstur

Tekstur merupakan salah satu faktor penentu daya terima makanan yang dapat dikenali melalui indera penglihatan, pendengaran, dan sentuhan. Tekstur dapat mempengaruhi citarasa yang ditimbulkan oleh bahan. Adanya perubahan tekstur dapat menimbulkan perubahan rasa dan bau karena dipengaruhi rangsangan terhadap sel reseptor olfaktori dan kelenjar air liur.

Hasil penelitian Winata dkk (2018) menunjukkan tingkat kesukaan panelis terhadap tekstur *cookies* dengan substitusi 30% tepung kecambah kacang tunggak yaitu 5,60 (suka) dan menghasilkan *cookies* bertekstur renyah. Lebih lanjut, penambahan substitusi tepung kecambah kacang tunggak diatas 30% dapat menurunkan mutu organoleptik (tekstur) *cookies*. Hal ini dibuktikan tingkat kesukaan panelis terhadap tekstur *cookies* dengan substitusi 50% tepung kecambah kacang tunggak yaitu 4,55 (suka). Sejalan dengan Tunjungsari dan Fathonah (2019), tingkat kesukaan panelis terhadap tekstur biskuit dengan

substitusi 30% tepung kacang tunggak yaitu 4,67 (cukup suka) serta menghasilkan biskuit dengan tekstur cukup renyah. Didukung oleh penelitian Prihapsari dan Setyaningsih (2021) menunjukkan tingkat kesukaan panelis terhadap tekstur *cookies* dengan substitusi 50% tepung kacang tunggak relatif tinggi 4,2 (sangat suka) dan tekstur *cookies* sangat renyah. Penambahan tepung kacang tunggak dapat memengaruhi daya patah biskuit, semakin tinggi substitusi tepung kacang tunggak maka daya patah biskuit semakin rendah. Daya patah berkaitan erat dengan tingkat kerenyahan, semakin rendah nilai daya patah maka kerenyahan biskuit akan semakin meningkat (Susiloningsih dkk, 2020).

Hasil penelitian Syifahaque dkk (2022) menunjukkan tingkat kesukaan panelis terhadap tekstur *cookies* dengan substitusi 20% tepung sorgum yaitu 3,87 (agak suka). Sejalan dengan Nurlia dkk (2021), tingkat kesukaan panelis terhadap tekstur *cookies* dengan substitusi 25% tepung sorgum yaitu 3,00 (suka). Didukung oleh Hermeni dkk (2023), tingkat kesukaan panelis terhadap tekstur *cookies* dengan substitusi 25% tepung sorgum yaitu 4,36 (suka). Penambahan tepung sorgum diatas 25% dapat menurunkan mutu organoleptik (tekstur) *cookies*. Tingkat kesukaan panelis terhadap tekstur cenderung menurun seiring dengan meningkatnya substitusi tepung sorgum (Syifahaque dkk, 2022; Hermeni dkk, 2023).

Hasil penelitian Rosniar (2016) menyatakan penambahan 15 – 30% tepung sorgum sosoh dapat memengaruhi tingkat kekerasan biskuit. Lebih lanjut, penambahan 30% tepung sorgum sosoh menghasilkan biskuit dengan tingkat kekerasan tertinggi (14,61). Hal ini disebabkan oleh tepung sorgum sosoh mengandung sedikit gluten sehingga adonan kurang mengembang. Substitusi tepung non gluten juga akan menghasilkan biskuit dengan tekstur padat (tidak berongga) dan menyebabkan biskuit menjadi keras. Sejalan dengan penelitian Alfiana (2016) menyebutkan bahwa rata-rata daya patah biskuit sorgum sekitar 713 – 1178 g. Lebih lanjut, dijelaskan semakin tinggi substitusi tepung sorgum tanpa sosoh, maka daya patah biskuit cenderung semakin meningkat yang disebabkan oleh perbedaan kandungan pati pada tepung sorgum (80%) dan tepung terigu (78,7%). Polimer pati amilosa akan memberikan efek keras pada biskuit, sedangkan amilopektin dapat menghasilkan tekstur lengket pada biskuit.

G. Nilai Hasil Perhitungan (*Calculated Value*)

Nilai hasil perhitungan zat gizi dari setiap jenis bahan makanan yang digunakan pada suatu resep, dikoreksi dengan faktor kehilangan atau penambahan berat bahan makanan (*yield factor*) dan perubahan zat gizi (*retention factor*) akibat pengolahan. Nilai hasil perhitungan tersebut ialah estimasi kasar, karena kondisi pengolahan setiap resep sangat bervariasi, seperti suhu dan waktu pemasakan yang bervariasi dapat memengaruhi *yield* dan *retention factor* secara signifikan. Perlunya data berat makanan yang akurat dan harus benar-benar melakukan penelitian untuk mengetahui berat makanan tersebut. Maka penelitian ini mengambil data berdasarkan hasil penelitian untuk *yield factor* dan untuk data *retention factor* mengambil data berdasarkan yang telah ada yaitu menggunakan tabel dalam kategori *cereal based flour, bake* (Bognar, 2002).