

**BIJI LABU KUNING
YANG MENYEHATKAN**

Sanksi Pelanggaran Hak Cipta

Undang-Undang Republik Indonesia No. 19 Tahun 2002 tentang Hak Cipta

Lingkup Hak Cipta

Pasal 2:

1. Hak Cipta merupakan hak eksklusif bagi pencipta dan pemegang Hak Cipta untuk mengumumkan atau memperbanyak ciptaannya, yang timbul secara otomatis setelah suatu ciptaan dilahirkan tanpa mengurangi pembatasan menurut peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Ketentuan Pidana

Pasal 72:

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

BIJI LABU KUNING YANG MENYEHATKAN

**Aminuddin Syam
Zainal
Yessy Kurniati**

Penerbit
Masagena Press
2019

Biji Labu Kuning yang Menyehatkan

Copyright © 2019 Masagena Press

All Right Reserved

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Penulis : Aminuddin Syam, Zainal,
Yessy Kurniati
Editor : Andi M. Akhmar
Desain Sampul : Masagena @rt
Tata Letak : Amiruddin Dadi
Cetakan : Pertama, Desember 2019
Ukuran : 14,7 x 21 cm
Jumlah Halaman : xiv + 280
ISBN : 978-602-0924-66-3

Diterbitkan oleh : Masagena Press
Bumi Tamalanrea Permai
Jl. Mahoni II Blok AF No. 541
Kel. Katimbang Kec. Biringkanaya
Makassar 90241
No. HP: 085398509700
Email: masagenapress@gmail.com
Anggota IKAPI

KATA PENGANTAR

Bissmillahir rahmanir rahim, Alhamdulillah rabbil 'alamin, hanya kepada Allah SWT semata Penulis haturkan ucapan rasa syukur karena diberikan kesehatan dan kesempatan sehingga dapat menyelesaikan buku ini sebagai salah satu referensi tentang Biji Labu Kuning.

Sebagai bukti kesempurnaan Allah dalam penciptaan-Nya adalah dengan diciptakannya tumbuh-tumbuhan sebagai sumber bahan pangan bagi manusia. Tumbuhan labu kuning merupakan salah satu tumbuhan yang memiliki manfaat sangat besar bagi kehidupan manusia. Tanaman ini disebutkan dalam Alquran dan Sunnah. Sebuah hadist dari Imam Muslim menyebutkan bahwa salah seorang sahabat yaitu Anas bin Malik berkata, “Pada suatu waktu seorang tukang jahit mengundang Rasulullah ke sebuah pesta. Sejumlah masakan yang dihidangkan dalam pesta tersebut, di antaranya roti gandum, sup labu dan potongan daging. Saya menyaksikan Rasulullah menghabiskan satu mangkuk sup labu.”

Labu kuning sebagai salah satu tanaman yang mudah tumbuh, yang tidak membutuhkan perawatan secara berlebihan. Biji labu kuning yang dibuang di pekarangan rumah dapat tumbuh dengan baik tanpa perlu terlebih dahulu diolah atau digemburkan tanahnya serta diberikan pupuk untuk penyubur tanaman. Oleh karena itu, buah ini mudah didapatkan di setiap pasar dengan harga yang relatif murah. Buah ini juga dikonsumsi oleh masyarakat dari berbagai lapisan, mulai dari kalangan masyarakat ekonomi

kelas atas hingga masyarakat ekonomi kelas bawah. Potensi produk olahan dari buah labu kuning ini adalah dapat diolah menjadi sejumlah masakan atau makanan, misalnya daging buahnya dan daun pucuknya diolah menjadi sayuran; daging buahnya juga diolah menjadi bahan pangan kue; serta yang paling menarik adalah biji labu kuning dapat digunakan sebagai bahan pembuatan cemilan sehat.

Khususnya biji labu kuning memiliki sejumlah manfaat bagi kesehatan manusia, di antaranya: meningkatkan kesehatan jantung karena memiliki serat yang bisa menurunkan kolesterol jahat. Manfaat lainnya adalah sangat baik untuk pertumbuhan dan kesehatan tulang karena mengandung kalsium yang merupakan zat gizi pembentuk tulang. Biji labu kuning (*Cucurbita Moschata* Durh) juga mengandung antioksidan tinggi, yang berfungsi sebagai penangkal radikal bebas sehingga sangat bermanfaat untuk meningkatkan kekebalan tubuh. Zat gizi yang terkandung di dalamnya sangat beragam dan baik untuk tubuh, sehingga menyebabkan biji labu kuning menjadi salah satu makanan alternatif untuk mempertahankan dan meningkatkan kesehatan.

Buku ini disusun dengan harapan agar para pembaca mendapatkan perspektif baru terhadap tanaman yang sebenarnya memiliki nilai ekonomi tinggi, namun hanya dijadikan sebagai bahan untuk sayur dan kue rumahan. Buku ini ditujukan kepada pemerhati kesehatan, terutama yang ingin menjaga dan mempertahankan kesehatannya. Juga dapat menjadi bacaan bagi masyarakat umum yang ingin menambahkan sayuran ke dalam daftar makanan yang wajib dikonsumsi setiap hari.

Buku ini merupakan hasil penelitian yang di dalamnya memuat berbagai macam informasi tentang manfaat biji labu kuning. Semoga dengan hadirnya buku ini selain memberi manfaat pengetahuan bagi pembacanya, juga bisa dijadikan informasi terkait dengan nilai ekonomis biji labu kuning sehingga masyarakat menjadikan labu sebagai tanaman yang bisa mensejahterakan.

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Rektor Unhas Prof. Dr. Dwia Aries Tina Pulubuhu, MA, Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Universitas Hasanuddin Prof. Dr. Alimuddin Unde, M.Si atas kesempatan yang diberikan kepada Penulis untuk melakukan penelitian tentang: “Pengembangan Biji Labu Kuning (*Cucurbita Moschata* Durch) Sebagai Snack Sehat Untuk Mengatasi Defisiensi Zink pada Anak Sekolah”. Penulis juga menghaturkan terima kasih kepada rekan sejawat dan mahasiswa yang telah mendukung dan membantu proses perampungan buku ini.

Akhirnya, Penulis menyadari bahwa buku ini hanya secuil informasi yang terkait dengan manfaat Biji Labu Kuning, sehingga di dalamnya terdapat berbagai kekurangan. Sebab itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran untuk penyempurnaan buku ini ke depannya. Semoga buku ini memberi pencerahan bagi pembacanya.

Makassar, Desember 2019

Tim Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GRAFIK	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
BAB I TINJAUAN UMUM LABU KUNING	1
Mengetahui Tumbuhan Labu Kuning	1
BAB II BIJI LABU KUNING YANG MENYEHATKAN	13
A. Mengetahui Biji Labu Kuning	13
B. Manfaat Biji Labu Kuning	23
C. Kandungan Mikronutrient dalam Biji Labu Kuning	33
1. Karbohidrat	33
2. Zink	36
3. Vitamin A	44
4. Vitamin C	48
5. Fe (Zat Besi)	54
6. Kalsium	78
7. Mangan	97
8. Magnesium	105

BAB III PERAN BIJI LABU KUNING PADA KESEHATAN	111
A. Hipertensi	111
B. Agen Imunomodulator	116
C. Agen Anti Parasit	119
D. Agen Anti Prostat	122
E. Anti Aging	124
 BAB IV PENELITIAN TERKAIT PENGEMBANGAN BIJI LABU KUNING	 128
A. Biskuit Fungsional Kaya Zat Gizi	128
B. Pengaruh Pemberian Biskuit Biji Labu Kuning Terhadap Berat Badan dan Kadar Zink Tikus Wistar	224
C. Pengaruh Pemberian Biskuit Biji Labu Kuning Terhadap Asupan, Status Gizi dan Kadar Zink Remaja	241
 DAFTAR PUSTAKA	 252
 TENTANG PENULIS	 278

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Kandungan Gizi pada Berbagai Jenis Labu Kuning	3
Tabel 1.2	Klasifikasi Labu Kuning	7
Tabel 2.1	Perbandingan Nilai Gizi Biji Labu Kuning ..	18
Tabel 2.2	Profil Asam Amino (g/100g) dan Asam Lemak (mg/100g) pada Biji Labu	19
Tabel 2.3	Recommended Dietary Allowances (RDAS) untuk Zink	23
Tabel 2.4	AKG Vitamin A	47
Tabel 2.5	AKG Vitamin C	52
Tabel 2.6	Sumber dan Kandungan Besi pada Bahan Makanan	56
Tabel 2.7	AKG Besi pada Berbagai Kelompok Usia	63
Tabel 2.8	Senyawa yang Mempengaruhi Absorpsi Besi	69
Tabel 2.9	AKG Kalsium pada Berbagai Kelompok Usia	96
Tabel 4.1	Distribusi Panelis Terlatih Menurut Jenis Kelamin	131
Tabel 4.2	Distribusi Panelis Konsumen Menurut Jenis Kelamin dan Kelas	132
Tabel 4.3	Hasil Uji Kruskal Wallis Mutu Kesukaan oleh Panelis Terlatih	133
Tabel 4.4	Daya Terima Produk Biskuit Berbasis Tepung Biji Labu Kuning oleh Panelis Terlatih Berdasarkan Parameter Warna	134
Tabel 4.5	Daya Terima Produk Biskuit Berbasis Tepung Biji Labu Kuning oleh Panelis Terlatih Berdasarkan Parameter Aroma	141
Tabel 4.6	Daya Terima Produk Biskuit Berbasis Tepung Biji Labu Kuning oleh Panelis Terlatih Berdasarkan Parameter Rasa	148

Tabel 4.7	Daya Terima Produk Biskuit Berbasis Tepung Biji Labu Kuning oleh Panelis Terlatih Berdasarkan Parameter Tekstur	155
Tabel 4.8	Hasil Uji Kruskal Wallis Tingkat Kesukaan oleh Panelis Konsumen	162
Tabel 4.9	Daya Terima Produk Biskuit Biji Labu Kuning oleh Panelis Konsumen Berdasarkan Tingkat Kesukaan	162
Tabel 4.10	Hasil Analisis Kandungan Zat Gizi Makro dalam 100 Gram Produk Biskuit Berbasis Tepung Biji Labu Kuning	169
Tabel 4.11	Kadar Karbohidrat dalam 36 Gram Biskuit Berbasis Tepung Biji Labu Kuning	170
Tabel 4.12	Kadar Lemak dalam 36 Gram Biskuit Berbasis Tepung Biji Labu Kuning	171
Tabel 4.13	Kadar Protein dalam 36 Gram Biskuit Berbasis Tepung Biji Labu Kuning	172
Tabel 4.14	Kadar Air dalam 36 Gram Biskuit Berbasis Tepung Biji Labu Kuning	173
Tabel 4.15	Kadar Serat Kasar dalam 36 Gram Biskuit Berbasis Tepung Biji Labu Kuning	174
Tabel 4.16	Kadar Abu dalam 36 Gram Biskuit Berbasis Tepung Biji Labu Kuning	175
Tabel 4.17	Hasil Analisis Kandungan Vitamin dalam 100 Gram Produk Biskuit Berbasis Biji Labu Kuning	175
Tabel 4.18	Hasil Analisis Kandungan Mineral dalam 10 Gram Produk Biskuit Berbasis Biji Labu Kuning	176
Tabel 4.19	Hasil Uji Fitokimia Biskuit Biji Labu Kuning	177
Tabel 4.20	Kadar Flavonoid Total	178
Tabel 4.21	Kadar Fenol Total	180
Tabel 4.22	Hasil Uji Aktivitas Antioksidan Biskuit Biji Labu Kuning	181

Tabel 4.23 Hasil Analisis Total Mikroba	182
Tabel 4.24 Hasil Analisis Rata-rata Kadar Air	183
Tabel 4.25 Persamaan Reaksi Hubungan Antara Perubahan Mutu Kadar Air dan Suhu Penyimpanan pada Orde Reaksi Nol dan Orde Reaksi Satu	184
Tabel 4.26 Nilai Konstanta Perubahan Mutu dan Masa Simpan Biskuit Biji Labu Kuning	185
Tabel 4.27 Nilain $\ln k$ dan $1/T$ di Masing-masing Suhu Penyimpanan	186
Tabel 4.28 Nilai Energi Aktivasi (E_a) Parameter Mutu Kadar Air Pada Produk Biskuit Berbasis Tepung Biji Labu Kuning (Cucurbita Sp)	186
Tabel 4.29 Hasil Analisis Kadar Zink Serum pada Tikus Wistar Sebelum dan Setelah Intervensi	226
Tabel 4.30 Data Rerata Berat Badan Tikus Selama Penelitian	228
Tabel 4.31 Hasil Analisis Berat Badan pada Tikus Wistar Sebelum dan Setelah Intervensi	229
Tabel 4.32 Hasil Uji Analisis Berat Badan Post Hoc Tests LSD	230
Tabel 4.33 Karakteristik Responden	241
Tabel 4.34 Distribusi Usia, Berat Badan, Tinggi Badan, Kadar Zink dan IMT Responden	242
Tabel 4.35 Hubungan antara Jenis Kelamin, Usia dan Status Gizi dengan Kadar Zink pada Responden	243
Tabel 4.36 Perbedaan Asupan Zat Gizi Kelompok Intervensi dan Kontrol pada Pre dan Post Test	245
Tabel 4.37 Perbedaan Status Gizi Kelompok Intervensi dan Kontrol pada Pre dan Post Test	246
Tabel 4.38 Perbedaan Kadar Zink Kelompok Inter- vensi dan Kontrol pada Pre dan Post Test	247

DAFTAR GRAFIK

Grafik 1.1 Distribusi Produksi Pumpkin di Dunia, Per Wilayah Tahun 2017	2
Grafik 4.1 Skor Rata-rata Parameter Warna oleh Panelis Terlatih	139
Grafik 4.2 Skor Rata-rata Parameter Aroma oleh Panelis Terlatih	146
Grafik 4.3 Skor Rata-rata Parameter Rasa oleh Panelis Terlatih	153
Grafik 4.4 Skor Rata-rata Parameter Tekstur oleh Panelis Terlatih	160
Grafik 4.5 Persentase Penerimaan Produk Biskuit Biji Labu Kuning oleh Panelis Konsumen (%) ...	168
Grafik 4.6 Kurva Standar Kuersetin pada Uji Total Flavonoid	178
Grafik 4.7 Kurva Standar Asam Galat pada Uji Total Fenol	179
Grafik 4.8 Rerata Perubahan Kadar Zink Tikus Wistar Sebelum dan Setelah Intervensi	227
Grafik 4.9 Rerata Perubahan Berat Badan Tikus Wistar Sebelum dan Setelah Intervensi	231

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Struktur Buah Labu Kuning.....	7
Gambar 2.1 Biji Labu Kuning yang Direndam Air	13
Gambar 2.2 Struktur Heme B	57
Gambar 4.1 Pengolahan Biji Labu Kuning Menjadi Tepung	128
Gambar 4.2 Beragam Formula Biskuit Biji Labu Kuning	130

BAB I

TINJAUAN UMUM LABU KUNING

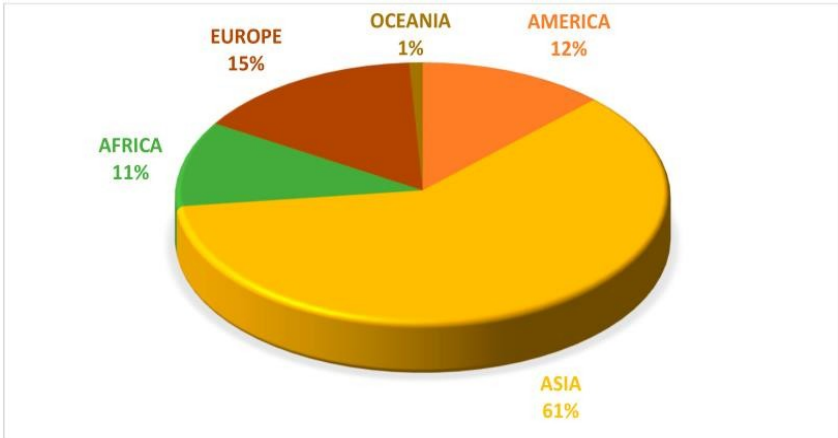
Mengenal Tumbuhan Labu Kuning

Tanaman labu (*cucurbitaceae*) adalah makanan pokok yang penting dan diproduksi dalam jumlah yang besar terutama di negara berkembang (Schreinemachers dkk, 2018). *Cucurbitaceae sp* adalah famili penting yang terdiri dari salah satu kelompok tanaman pangan yang paling beragam secara genetik dan terdiri dari batang sukulen dengan banyak biji (Dhiman dkk, 2012).

Secara global, produksi *cucurbitaceae* (labu) dari tahun 1994 - 2017 lebih dari 27 juta ton. Produksi labu didistribusikan ke seluruh benua, dan Benua Asia adalah produsen labu terkemuka di dunia (Grafik 1). Pada tahun 2017, China dan India masing-masing memproduksi sebesar 7.996.362 dan 5.142.812 ton. Angka ini berkontribusi sebesar 48 % terhadap produksi labu secara global, yang kemudian diikuti oleh Rusia, Ukraina, Amerika Serikat, dan Meksiko.

Grafik 1.1 Distribusi Produksi Pumpkin di Dunia, Per Wilayah Tahun 2017

Sumber: FAO, 2019



Cucurbitaceae memainkan peran penting dalam perekonomian dan kebudayaan masyarakat. Terdapat banyak dari genus ini yang didomestikasi dan digunakan sebagai makanan atau pengobatan tradisional di sejumlah negara (Khalaf dan Raizada, 2016). Genus *cucurbita* berasal dari Amerika, meskipun saat ini produksi tertinggi ditemukan di negara-negara Asia (FAO 2019). Genus *cucurbitaceae* adalah salah satu genus yang penting di antara tumbuhan vascular, tumbuhan ini mencakup 118 genera dan 825 spesies (Valdez-Arjona dan Ramírez-Mella, 2019).

Di sebagian besar wilayah di Indonesia, labu kuning dihasilkan dengan melimpah, namun hingga kini tidak begitu banyak variasi pengolahannya. Labu kuning umumnya dimanfaatkan dalam pembuatan sayur dan kolak atau dikukus lalu diolah menjadi mie, keripik, manisan hingga menjadi dodol.

Komposisi nutrisi tanaman labu bervariasi, dan bergantung pada beberapa faktor, di antaranya adalah kondisi pertumbuhan, spesies, dan bagian tanaman atau buah (Achilonu dkk, 2018). Kim dkk (2012) melakukan evaluasi terhadap 3 spesies labu (*cucurbita pepo*, *cucurbita moschata*, dan *cucurbita maxima*). Hasil penelitian tersebut melaporkan bahwa *cucurbita maxima* mengandung lebih banyak karbohidrat, lemak, dan serat secara signifikan, sedangkan *cucurbita pepo* dan *cucurbita moschata* memiliki kandungan protein yang lebih tinggi.

Chemical Composition	Part	Species		
		<i>Cucurbita pepo</i>	<i>Cucurbita moschata</i>	<i>Cucurbita maxima</i>
Carbohydrates	Peel	43.76	96.29	206.78
	Pulp	26.23	43.39	133.53
	Seed	122.20	140.19	129.08
Protein	Peel	9.25	11.30	16.54
	Pulp	2.08	3.05	11.31
	Seed	308.83	298.11	274.85
Fat	Peel	4.71	6.59	8.59
	Pulp	0.55	0.89	4.20
	Seed	439.88	456.76	524.34
Fiber	Peel	12.28	34.28	22.35
	Pulp	3.72	7.41	10.88
	Seed	148.42	108.51	161.54
Humidity	Peel	935.98	871.86	756.79
	Pulp	967.70	942.31	840.43
	Seed	74.06	51.79	27.51

Tabel 1.1 Kandungan Gizi pada Berbagai Jenis Labu Kuning
(Sumber: Kim dkk, 2012)

Khasiat utama *cucurbitaceae sp* juga telah diuji cobakan pada hewan-hewan percobaan seperti tikus dan kelinci (abd-elnoor 2019). Selain itu, *cucurbitaceae sp* mengandung berbagai mineral seperti tembaga, mangan, kalium, kalsium, besi, magnesium, zink, selenium, vitamin A, E, C, dan B kompleks (Kim dkk, 2012; Achilonu dkk, 2018; Dorantes dkk, 2016; Azevedo dkk, 2007). *Cucurbitaceae sp* juga mengandung bahan aktif biologis, seperti polisakarida, asam para-aminobenzoat, minyak tetap, sterol, protein dan peptida (Teugwa dkk, 2013) selain karotenoid dan asam aminobutyric yang ditemukan pada buahnya (Zhang dkk, 2013) beberapa fitokimia seperti polisakarida, fenolik glikosida, 13-hidroksi-9Z, asam 11E-oktadekatrienoat juga terdapat pada daun labu kuning, serta protein yang terdapat pada bijinya (Adams dkk, 2012).

Di Indonesia, labu kuning memiliki nama lokal yang antara satu daerah atau pulau berbeda dengan daerah atau pulau yang lainnya. Di Pulau Jawa, labu kuning disebut waluh. Di Pulau Madura dikenal dengan nama labuh. Sementara itu, di Malaysia diberi nama labu metah, ada pula yang menamainya dengan labu parang (Puspita, 2012).

Tanaman *cucurbita Sp* adalah spesies tumbuhan semak yang merambat, mudah ditanam, dan tidak memerlukan perawatan intensif. Tanaman ini dapat tumbuh pada berbagai jenis lahan atau tanah, misalnya di kebun, dan bahkan di halaman rumah. Oleh karena itu, tanaman ini mudah di dapatkan di berbagai tempat, termasuk di seluruh wilayah di Indonesia. Adapun ciri umum tanamannya adalah mempunyai batang berkayu, lunak, berbentuk segi empat,

berambut, berbuku-buku, memiliki panjang batang kurang lebih 25 meter dan berwarna hijau muda (Puspita, 2012).

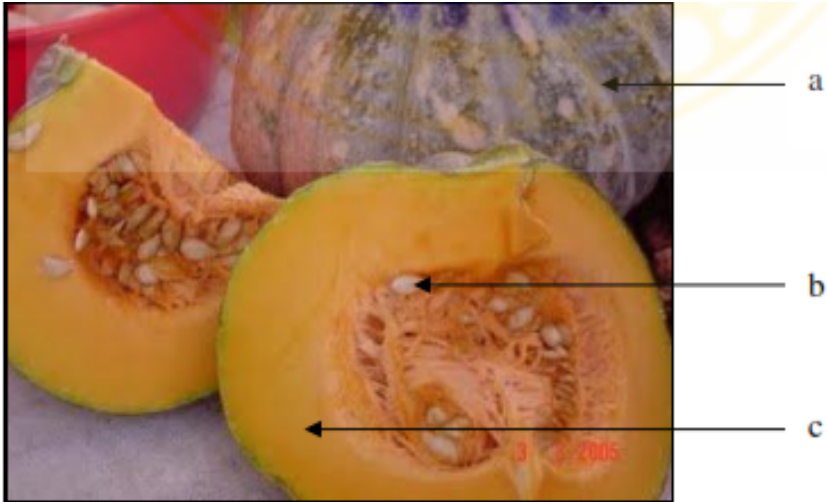
Labu kuning (*cucurbita Sp.*) termasuk dalam famili *cucurbitaceae*. Labu kuning memiliki ciri khas, di antaranya berupa batang yang bercabang dan tumbuh menjalar. Hampir seluruh tanaman dilingkupi oleh bulu halus yang tajam. Secara umum, ciri morfologi *C. moschata* mempunyai sistem perakaran tunggang, batangnya *herbaceus* dan berongga dengan sisi-sisi menyudut membentuk segi tiga, daun berlobus lima dengan variasi ornamen warna permukaan hijau polos hingga hijau bertotol putih, bunga monoceous uniseksual berwarna kuning. Tumbuhan ini dapat hidup dengan baik di daerah tropis, dari dataran rendah hingga ketinggian 1.500 m dpl. Selain itu mampu beradaptasi dengan baik pada kondisi hangat dengan temperatur 18 - 27 °C (Suwanto dkk, 2015).

Tanaman labu termasuk dalam famili buah jenis labu atau disebut dengan *cucurbitae* dan masih serumpun dengan buah melon (*cucumis melo*) dan mentimun (*cucumis sativum*). Secara umum terdapat lima spesies labu yang lazim ditemui di masyarakat; *cucurbita maxima dutchenes*, *cucurbita ficifolia bouche*, *cucurbita mixta*, *cucurbita moschata duchenens* dan *cucurbita pepo L.* meski pada umumnya, kelima spesies ini lebih dikenal dengan istilah labu kuning, waluh, labu parang ataupun labu manis. Buah labu kuning ini memiliki masa tanam 50 - 60 hari, buah yang sudah tua akan berwarna kekuningan dan ditandai dengan tangkai buah yang sudah mengering.

Labu kuning merupakan tanaman menjalar dan tergolong dalam tanaman semusim, yang berarti setelah

berbuah dan dipanen tanaman tersebut akan langsung mati. Tanaman labu kuning merupakan tanaman yang mudah tumbuh baik pada dataran tinggi maupun dataran rendah. Di Indonesia sendiri, tanaman ini dapat ditemukan hampir pada setiap daerah. Labu kuning umumnya ditanam pada musim kemarau atau pada akhir musim penghujan dengan jarak tanam sekitar 1 hingga 1,5 meter dan tiap liang diisikan 2-3 biji yang diletakkan berjarang.

Tanaman labu kuning mempunyai daun yang lebar, berbentuk jantung di bagian kaki daun, berbulu dan memiliki kelenjar di bagian bawah. Tanaman ini memiliki bunga yang terdiri atas lima bagian dan umumnya berwarna hijau dan kuning. Buah tanaman labu cenderung berukuran besar, dengan kulit berwarna hijau bagi tanaman labu yang cenderung muda. Akan tetapi, jika sudah tua dan siap panen kulit buahnya berwarna kuning. Adapun daging buahnya cenderung berukuran tebal 2 hingga 4 cm. Sementara itu, buahnya terasa manis. Warna kuning cerah pada daging buah menunjukkan bahwa tanaman ini mengandung pigmen karotenoid, di antaranya adalah beta-karoten yang akan diolah oleh tubuh menjadi vitamin A yang bermanfaat bagi pertumbuhan, pemeliharaan jaringan tubuh dan penglihatan, reproduksi, perkembangan janin serta untuk meminimalisir kanker dan gangguan hati. Berikut ini merupakan struktur anatomi dari labu kuning yang terdiri atas, kulit buah (a), biji buah labu kuning (b) dan daging buahnya (c).



Gambar 1.1 Struktur Buah Labu Kuning

Tabel berikut merupakan klasifikasi dari labu kuning (*curcubita Sp.*).

Regnum : <i>Plantae</i>	Bangsa : <i>Cucurbitales</i>
Subdivisi : <i>Magnoliophyta</i>	Keluarga : <i>Cucurbitaceae</i>
Kelas : <i>Magnoliopsida</i>	Marga : <i>Curcubita</i>

Tabel 1.2 Klasifikasi Labu Kuning

(Sumber: Puspita, 2012)

Tanaman labu kuning merupakan tanaman asli dari Amerika Utara (Meksiko timur laut dan Amerika Serikat bagian selatan). Labu kuning merupakan salah satu tanaman domestikasi tertua dan diperkirakan mulai dikenal sejak 7500 hingga 5000 SM. Labu banyak ditanam

untuk penggunaan komersial dan pada budaya tertentu, digunakan sebagai media hiburan. Pemberian nama labu konon berasal dari bahasa Yunani, yakni '*pepon*' yang berarti melon besar, kemudian diadaptasi ke dalam bahasa Prancis menjadi '*pompon*' dan selanjutnya menjadi '*pumpion*' dalam bahasa Inggris (Stuart, 2004).

Masyarakat Indian sebagai suku asli Amerika menggunakan labu sebagai bahan pokok dalam makanan mereka berabad-abad sebelum para peziarah mendarat. Mereka juga mengeringkan labu kuning agar daya simpannya lebih lama sebelum dikonsumsi. Masyarakat Indian saat itu biasanya akan memanggang labu di atas bara api untuk kemudian dikonsumsi. Menurut beberapa sumber lisan, asal mula pai labu diperkirakan ketika para kolonis mengolah labu dengan memotong bagian atasnya, mengeruk biji serta mengisi bagian tengahnya dengan susu, rempah-rempah dan madu untuk kemudian dipanggang dengan api yang hampir habis atau mati. Hingga kini, aneka olahan labu telah banyak tersedia mulai dari kudapan, rebusan, sup hingga kue pai.

Selain dipanggang, masyarakat Indian terkadang merebus labu sebagai variasi dalam mengkonsumsinya. Sejarawan meyakini bahwa pada awalnya pendatang di Amerika tidak begitu tertarik untuk mengonsumsi labu sampai ketika memasuki masa musim dingin, yang mana sebagian besar banyak yang meninggal akibat penyakit kudis dan paparan penyakit lainnya. Warga asli Indian kemudian membawakan labu sebagai hadiah kepada para pendatang dan mengajari banyak variasi konsumsi yang dapat dilakukan dengan labu. Kebiasaan inilah yang

berkembang dan menjadi tradisi perayaan hari pengucapan syukur atau *Thanksgiving* dalam budaya Amerika dan Kanada (Bales, 2019).

Dewasa ini, tidak hanya daging buah dari labu kuning yang dimanfaatkan, biji labu kuning juga memiliki beragam manfaat dan dapat diolah menjadi berbagai macam olahan. Adapun olahan biji labu kuning antara lain; kwaci, biskuit serta bahan baku dalam produk kecantikan.

Dilansir dari International Union for the Protection of New Varieties of Plants (2007), buah labu kuning berbuah sejati tunggal dan memiliki daging. Dinding buahnya dapat dibedakan dengan jelas karena terbagi atas tiga bagian, yakni kulit luar yang kuat dan keras berwarna kuning-hijau (*epicarpium*), bagian tengah yang berdaging dan memiliki cairan serta dapat dikonsumsi sehingga disebut juga dengan daging buah (*mesocarpium*) dan bagian dalam yang berbatasan dengan area yang berisi biji labu kuning (*endocarpium*).

Secara morfologi, tanaman labu kuning dideskripsikan sebagai berikut.

1. Akar

Kecambah biji labu akan menghasilkan akar pertama. Dari akar tersebut kemudian akan tumbuh tunas. Setelah tunas tumbuh, akar-akar rambut akan bermunculan. Akar labu dapat tumbuh mencapai 30 hingga 40 cm.

2. Batang

Labu kuning tumbuh dengan cara merambat dengan kait yang terdapat di bagian batangnya. Batang tanaman

berwarna hijau muda, berbentuk melingkar seperti spiral, memiliki bulu-bulu halus, dan juga mempunyai akar yang lekat dengan ukuran panjang yang bisa mencapai 5 meter.

Berdasarkan hasil penelitian untuk melihat karakterisasi labu kuning di kabupaten Bima (Furqan, Suranto dan Sugiyarto, 2018), tanaman labu kuning yang diamati memiliki bentuk batang yang sama dengan bentuk segi lima dan berwarna hijau. Hanya panjang ruas batang, diameter dan jumlah bulu pada tanaman labu kuning yang diamati memiliki variasi. Variasi pada panjang ruas dan diameter batang ini dapat disebabkan perbedaan kondisi lingkungan yang mempengaruhi respon adaptasi antara tanaman sehingga muncul perbedaan sifat fenotipe pada tanaman tersebut.

3. Pucuk Daun Labu Kuning

Pucuk daun labu kuning kaya zat besi, yang sangat penting untuk mencegah anemia. Pucuk daun labu seberat 100 gram mengandung zat besi sekitar 4 mg. Namun, apabila direbus jumlah tersebut menurun menjadi 3,20 mg. Konsumsi pucuk daun labu yang direbus dapat menjadi terapi non-farmakologis yang efektif jika dilakukan secara rutin mengingat anemia pada ibu hamil memiliki potensi yang membahayakan baik bagi ibu dan anak (Maria dan Debi, 2019).

4. Daun

Bentuk daun labu kuning pada umumnya lebar dengan ukuran rata-rata 20 x 30 cm dan tangkai daun panjangnya 12 - 30 cm serta berlekuk dangkal dengan bercak putih.

Bentuk tulang daunnya berbentuk menjari dan bentuk daun menyerupai jantung. Warna daunnya adalah hijau dengan permukaan daun yang kasar.

5. Bunga

Bunga labu kuning memiliki warna kuning dan berbentuk seperti lonceng. Di dalamnya terdapat putik dan benang sari (unisexual). Benang sari memiliki tangkai yang lebih tipis tapi panjang. Saat usia tumbuhan labu kuning mencapai 1,5 bulan benang sari akan muncul dan disusul oleh putik. Penyerbukan tanaman terjadi dengan bantuan angin dan serangga.

6. Buah

Buah labu kuning memiliki bentuk yang beraneka rupa sesuai dengan jenisnya. Buah labu ada yang berbentuk pipih. Selain itu, ada pula buah labu yang berbentuk lonjong dengan alur yang berjumlah sekitar 15 - 30 alur. Saat masih muda, buah labu memiliki warna kehijauan, dan kemudian setelah tua warnanya berubah menjadi kuning kecokelatan. Buah ini tumbuh dengan sangat cepat sehingga dapat mencapai 350 gram setiap harinya. Daging buah yang berwarna kuning ini karena mengandung banyak betakaroten yang berfungsi sebagai antioksidan dan provitamin A. Daging buah labu kuning memiliki rasa manis dengan tekstur yang lembut.

Faktor penting yang menjadi pertimbangan dalam pemanfaatan suatu bahan pangan adalah kandungan gizi yang terdapat di dalamnya. Labu kuning seberat 100 gram memiliki kandungan gizi yaitu energi sebesar 34 kal, protein

sebesar 1.1 gr, lemak sebesar 0.3 gr, kalsium sebesar 45 mg, vitamin C sebesar 23 mg, fosfor sebesar 118 mg, zat besi sebesar 1.8 mg, sodium sebesar 9 mg, potassium sebesar 1.089 mg dan natrium. Buah labu kuning mengandung karbohidrat yang cukup tinggi, yaitu 10 g/100 g bahan. Sehingga buah labu kuning dapat menggantikan nasi sebagai sumber energi. Kandungan serat pada labu kuning juga cukup tinggi yaitu 2,7 g/100 g bahan (Pratiwi, Harun dan Rossi, 2016).

Labu kuning (*cucurbita moschata*) terbukti mampu mengontrol kadar glukosa darah dalam tubuh. Penelitian yang dilakukan pada tikus wistar yang dibuat diabetes menunjukkan bahwa ekstrak labu kuning memberikan efek hipoglikemik dan bertindak sebagai antidiabetes (Junita dkk, 2017; Adams dkk, 2011), ekstrak labu kuning dan bubuk bijinya dapat membantu memperbaiki sel islet Langerhans pankreas dan membantu proses produksi insulin (Junita dkk, 2017; Makni dkk, 2010).

7. Biji

Labu kuning memiliki biji yang berbentuk pipih, oval atau bulat memanjang. Bagian ujung biji labu umumnya berbentuk bulat dan bagian pangkalnya meruncing. Kulit permukaan bijinya licin dan buram dengan warna putih hingga kecokelatan. Panjang biji labu kuning berkisar antara 1,4 cm - 1,8 cm dan lebar biji berkisar antara 0,6 cm - 1 cm.

BAB II

BIJI LABU KUNING YANG MENYEHATKAN

A. Mengenal Biji Labu Kuning



Gambar 2.1 Biji Labu Kuning yang Direndam Air
(Dokumentasi Pribadi)

Biji labu kuning merupakan bagian yang sering terbuang percuma. Biji labu kuning ini sering dianggap sampah oleh masyarakat. Padahal, biji labu kuning mengandung zat gizi yang sangat baik. Berdasarkan hasil analisis pada 100 gr tepung biji labu kuning diperoleh kandungan zink

sekitar 6,8 mg (Syam dkk, 2019a). Penggunaan tepung biji labu pada bubur makanan tambahan secara signifikan meningkatkan kandungan zink tanpa mengurangi nilai gizi dan kualitas makanan komplementer lokal tersebut (Zema dkk, 2015). Selain itu, biji labu mengandung protein yang sangat baik dan mempunyai aktivitas farmakologis seperti antidiabetes, antijamur, antibakteri dan efek antioksidan (Nkosi dkk, 2006).

Tak hanya bagi kesehatan tubuh, belakangan ini marak pemanfaatan minyak biji labu kuning bagi kesehatan tubuh dan kulit. Minyak biji labu kuning selain mengandung mineral kromium yang baik bagi metabolisme karbohidrat juga baik bagi penyerapan kromium dalam tubuh. Bahkan biji labu kuning pun saat ini telah memperoleh perhatian yang besar karena mempunyai zat gizi yang bermanfaat seperti protein, mineral, asam lemak dan pitosterol. Berdasarkan data gizi nasional USDA, biji labu kuning mengandung kandungan zink mencapai 7.81 mg/100 gram (Patel, 2013). Beberapa studi telah mengembangkan biji labu kuning sebagai bahan tambahan untuk memperoleh makanan bergizi, ekonomis serta memiliki rasa yang berterima bagi yang mengonsumsinya. Karakteristik sensorik pada formula berbahan tepung biji labu kuning yang dicampurkan pada olahan roti, biskuit, kukis dan kue lainnya memiliki rasa yang dapat diterima.

Biji labu kuning mempunyai kandungan zat berkhasiat. Zat gizi yang terkandung dalam biji labu kuning adalah Zn (zinc), Mg (magnesium), asam amino, asam lemak utama, vitamin E (tokoferol), sterol, karetenoid, kriptoxantin, sesquiterpenoid monosiklik dan inhibitor tripsin. Beberapa

zat tersebut dapat menghambat pembentukan radikal bebas. Selain itu, dapat mencegah terjadinya oksidasi asam lemak tidak jenuh dalam membran sel sehingga merusak membran tersebut dan menjadi agen antiaging. Oleh karena itulah banyak pakar mengatakan biji labu ini mempunyai potensi untuk mencegah terjadinya penuaan dini. Biji labu juga digunakan sebagai antiinflamasi dan kardioprotektif.

Senyawa-senyawa ini berperan dalam memproteksi kulit dari proses penuaan (*aging*) dengan mekanisme yang berbeda. Kandungan senyawa minyak biji labu ini dapat memperlambat proses penuaan dan dapat melindungi sel dari oksidasi radikal bebas serta bereaksi dengan lipid yang dihasilkan dalam reaksi berantai peroksidasi lipid dengan cara memberikan elektronnya kepada molekul radikal bebas tanpa terganggu sama sekali fungsinya. Selain itu, juga dapat menurunkan ROS (*reactive oxygen species*) dengan menghambat oksidase NADPH dan dapat menjaga kelembapan kulit serta menyediakan energi bagi yang mendukung proses regenerasi jaringan ikat sel dengan merangsang produksi kolagen dan elastin (Panjaitan dkk, 2015).

Kekayaan kandungan dari minyak biji labu adalah asam lemak esensial, seperti asam oleat, asam alfa-linoleat dan vitamin E. Manfaat kandungan asam oleat adalah untuk menjaga kesehatan kulit; serta manfaat asam linoleat yang terkandung dalam minyak biji labu dapat meningkatkan fungsi otak dan kelenturan kulit. Minyak biji labu juga mengandung asam lemak sehat omega-6 dan omega-9, pitosterol, vitamin K dan vitamin E (Triharjati dan Sulandjari, 2015). Oleh karena banyak manfaat

yang terkandung di dalamnya, saat ini minyak biji labu kuning mulai dilirik untuk dijadikan sebagai bahan baku pembuatan losion bagi kulit badan.

Selain pemanfaatan pada kulit, penggunaan minyak biji labu kuning juga digunakan dalam terapi pertumbuhan. Dalam suatu studi yang dilakukan pada pria yang mengalami kebotakan (androgenetic alopecia) dan mengonsumsi minyak biji labu kuning sebanyak 400 mg setiap harinya selama 24 minggu memiliki pertumbuhan rambut yang lebih optimal. Hasil ini diperoleh melalui penilaian foto klinis, skor penilaian diri pada partisipan penelitian, pengukuran ketebalan rambut di kulit kepala serta jumlah rambut pada kulit kepala.

Studi yang dilakukan di Nigeria mengenai pemanfaatan biji labu kuning menemukan bahwa biji labu kuning memiliki kandungan protein sebanyak 58,8 % dan lemak sebanyak 29,8 %. Biji labu kuning mengandung asam linoleic sebanyak 92 µg/g berat kering, juga beberapa mineral, yaitu potassium (5,790 µg/g berat kering), magnesium (5,690 µg), mangan (49,3 µg), zink (113 µg), selenium (1,29 µg), copper (15,4 µg), crom (2,84 µg) dan molybdenum (0,81 µg).

Biji labu diketahui sebagai sumber asam lemak tak jenuh ganda dan antioksidan yang baik (Dotto dan Chacha, 2019). Biji labu mengandung minyak nabati, potasium, magnesium, kalsium dan sumber nutrisi lainnya yang bermanfaat bagi kesehatan (Devi dkk, 2018). Biji labu juga mengandung squalene (583- 747 mg/100 g), triterpen yang merupakan prekursor steroid hormon, kolesterol, dan vitamin D. Selain itu, biji labu memiliki kandungan sterol yang melimpah yaitu stigmastatrienol dan sterol spinasterol,

dengan konsentrasi total masing-masing berkisar 18,8 dan 35,1 g/100 g dan 18,2 dan 23,3 g/100 g sterol (Tanska dkk, 2019). Minyak nabati yang dihasilkan biji labu telah membangkitkan minat karena banyaknya penelitian yang mengaitkan konsumsinya dengan manfaat kesehatan dalam beberapa kondisi seperti aterosklerosis (Abuelgassim dan Al-showayman, 2012), hipertrofi prostat (Alhakamy dkk, 2019), disfungsi saluran kemih (Nishimura dkk, 2014) dan manfaat kesehatan lainnya. Biji labu memiliki efek terhadap aktivitas antioksidan, hipoglikemik, dan hipolipidemik (abd-elnoor 2019; Cuco dkk, 2019). Efek ini dikaitkan dengan senyawa bioaktif yang terdapat pada minyak biji labu, seperti karotenoid dan tokoferol (Rabrenovic dkk, 2014; Cuco dkk, 2019). Dalam 100 gram biji labu organik mengandung 127 kalori, 15 g karbohidrat (termasuk 0 g gula dan 17,9 g serat), 5 mg protein dan 21,43 g lemak, 3,57 di antaranya adalah lemak jenuh, 20 mg kalsium dan 0,9 g besi (USDA, 2019).

Biji labu merupakan sumber magnesium, zink, tembaga, dan selenium. Selain itu, Biji labu juga mengandung banyak antioksidan dan asam lemak tak jenuh ganda, kalium, vitamin B2 (riboflavin) dan folat dalam jumlah yang cukup. Biji labu dan minyak biji juga mengandung banyak nutrisi lain dan senyawa tanaman yang telah terbukti memberikan manfaat kesehatan.

Tabel berikut merupakan tabel perbandingan kandungan nilai gizi biji labu kuning per 100 gram.

Kandungan Gizi	Nilai gizi	
	Syam dkk	Veronezy dkk
Kelembapan (mg)	56.74	6.96
Abu (mg)	3.54	3.47
Energi (kJ)	311.54	
Karbohidrat (mg)	5.18	
Total Gula (mg)	9.73	1.15
Protein (mg)	21.31	40
Lemak (mg)	23.45	35.53
Total serat (mg)	46.65	12.89
Asam askorbat (mg)	15.00	
Natrium (mg)	1.35	189.81
Kalium (mg)	434.71	471.7
Besi (mg)	6.02	7.07
Kalsium (mg)	4.00	44.92
Seng (mg)	18.78	8.42
Fosfor (mg)	0.74	147.24
Tembaga (mg)	0.31	89.84
Mangan (mg)	1.35	3.93
Magnesium (mg)	4.35	527.85

Tabel 2.1 Perbandingan Nilai Gizi Biji Labu Kuning

Sumber: (Syam dkk, 2019; Veronezi dkk, 2015)

Salah satu produk dari biji labu adalah minyak biji labu. Asam lemak utama dalam minyak biji labu adalah linoleat, oleat, stearat dan palmitat yang mencakup lebih dari 95 % total asam lemak dan sekitar 75 % di antaranya adalah asam lemak tak jenuh (UFA) (Meru dkk, 2018; Benalia dkk, 2019;

Siano dkk, 2016; Bialek dkk, 2017). Asam lemak tak jenuh telah dipelajari secara ekstensif karena efek perlindungannya terhadap penyakit kardiovaskular (Jang dkk, 2008; Plat dkk, 2019). Masing-masing dari asam lemak tak jenuh memiliki peran penting bagi pertumbuhan dan perkembangan otak dan sistem saraf. Selain itu, asam lemak tak jenuh dilaporkan memiliki manfaat kesehatan dalam perbaikan penyakit jantung koroner, hipertensi, arthritis, peradangan, gangguan terkait autoimun, dan kanker (Chari, dkk, 2018; Ríos dkk, 2012; Li dkk, 2014; Jang dkk, 2008; Meru dkk, 2018; Syam dkk, 2019). Pada tabel berikut dapat dilihat kandungan asam amino dan lemak pada biji labu.

Gizi	Nilai gizi
Asam amino	dalam g/100 g
Alanine	0,74-6,9
Arginin	1,70-23,10
Asam aspartate	2,05-2,70
Sistin	0,40-6,40
Asam Glutamat	3,50-3,73
Glisin	1,50-6,80
Histidin	0,80-3,00
Isoleusin	0,81-4,90
Leusin	2,30-12,20
Lisin	1,50-4,00
Metonin	0,30-2,10
Fenilalanin	1,30-8,20
Prolin	1,70-5,00
Serine	0,64-7,40
Treonin	0,83-3,40

Triptofan	0,60
Tirosin	0,83-4,30
Valine	1,36-6,70
Asam Lemak	dalam mg/100 g
Asam kaprat (C10:0)	0,45
Asam Laurat (C12:0)	1,34
Asam miristat (C14:0)	0,01-0,20
Asam palmitat (C16:0)	1,57-27,78
Asam stearat (C18:0)	0,78-13,46
Asam oleat (C18:1)	2,93-42,80
Asam linoleat (C18:2)	4,59-69,12
Asam linolenat (C18:3)	0,20-2,25
Palmitoleic (C16:1)	0,13-0,20
Asam arakida (C20:0)	0,30-2,20

Tabel 2.2 Profil Asam Amino (G/100 G) dan Asam Lemak (Mg/100 G) pada Biji Labu

Sumber: (Syam dkk, 2019; Veronezi dkk, 2015)

Pada tubuh manusia terdapat dua asam lemak, yaitu asam linoleat dan asam alfa-linolenat. yang keduanya penting bagi tubuh manusia. Kedua asam lemak tersebut tidak dapat disintesis dalam tubuh manusia. Oleh karena itu, hal yang harus dilakukan untuk agar tubuh manusia memperoleh dua asam lemak tersebut adalah dengan cara dipasok melalui makanan. Kandungan biji labu merupakan pilihan yang tepat untuk memasok kebutuhan kedua asam lemak tersebut di dalam tubuh, sebagaimana kandungannya terlihat pada tabel 2.2 di atas.

Selain mengandung asam lemak, biji labu juga kaya akan protein. Kandungan protein itu adalah gabungan asam amino yang terdapat di dalam biji labu (Jafari dkk, 2012). Asam amino memainkan peran penting baik sebagai unit pembangun protein maupun sebagai perantara dalam metabolisme. Pasokan makanan dengan kuantitas dan kualitas asam amino esensial yang cukup sama pentingnya untuk fungsi fisiologis dalam tubuh manusia (Rezig dkk, 2013).

Sebuah studi menunjukkan bahwa isolat protein dari biji labu kuning mirip dengan kedelai dan memiliki nilai bioavailabilitas asam amino yang tinggi, hasil studi tersebut menjelaskan bahwa struktur globulin dari protein biji labu sama dengan yang terdapat pada biji legum. Hal ini menjadi catatan penting karena kesamaan nutrisi ini dapat memberikan persetujuan atas protein biji labu sebagai bahan yang dapat diandalkan dalam merumuskan resep makanan bergizi, sehingga memperbaiki efek merusak yang terkait dengan malnutrisi protein yang dihadapi masyarakat rentang (Rezig dkk, 2013).

Menurut Office of Dietary Supplements (selanjutnya disingkat (OSD) (National Institutes of Health, 2016), selain asam lemak dan asam amino, biji labu kuning adalah sumber magnesium yang baik. Sebagaimana diketahui bahwa magnesium merupakan salah satu dari tujuh makromineral esensial. Magnesium adalah mineral penting yang berperan banyak dalam tubuh, termasuk mengatur tekanan darah, mengatur kadar gula darah, relaksasi pembuluh darah, dan fungsi usus besar (Dinicolantonio dkk, 2018; Grober dkk, 2015). Kekurangan magnesium pada populasi yang lebih tua dikaitkan dengan resistensi insulin (Kostov,

2019), sindrom metabolic (He dkk, 2006), penyakit jantung koroner (Rosique dkk, 2018) dan osteoporosis (Castiglioni dkk, 2013). Asupan magnesium sering kali kurang dalam makanan banyak populasi Barat. Di Amerika Serikat, sekitar 79 % orang dewasa memiliki asupan magnesium di bawah jumlah harian yang direkomendasikan. Magnesium dibutuhkan untuk lebih dari 600 reaksi kimia dalam tubuh (National Institutes of Health 2018).

Menurut ODS, 1 ons biji labu yang dipanggang mengandung 156 (mg) magnesium atau sebesar 37 % dari kebutuhan magnesium harian. Lembaga ini merekomendasikan pria berusia 19 hingga 30 tahun harus mengonsumsi 400 mg magnesium perhari, dan wanita 310 mg atau 350 mg selama kehamilan. Adapun orang tua harus memiliki asupan yang sedikit lebih tinggi.

Selain magnesium, zink adalah salah satu nutrisi yang terkandung di dalam biji labu kuning. Zink merupakan mineral penting yang mendukung banyak fungsi tubuh. Zink dapat membantu mendukung sistem kekebalan tubuh untuk melawan pilek dan flu, zink juga mendukung indera perasa dan penciuman (Rondanelli dkk, 2018), serta membantu melawan jerawat (Gupta dkk, 2014), depresi (Petrilli dkk, 2017), dan kelelahan kronis (Ribeiro dkk, 2017). Menurut ODS, 1 ons biji labu kering mengandung 2,2 mg zink atau sebesar 20 % dari total kebutuhan zink harian. ODS merekomendasikan pria dan wanita berusia lebih dari 19 tahun masing-masing mengonsumsi 11 mg dan 8 mg zink per hari. Untuk lebih lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

**Tabel 2.3 Recommended Dietary Allowances (RDAS)
untuk Zink**

Usia	Laki-laki	Perempuan	Bumil	Busui
0-6 bulan	2 mg	2 mg		
7-12 bulan	3 mg	3 mg		
1-3 tahun	3 mg	3 mg		
4-8 tahun	5 mg	5 mg		
9-13 tahun	8 mg	8 mg		
14-18 tahun	11 mg	9 mg	12 mg	13 mg
19+ tahun	11 mg	8 mg	11 mg	12 mg

(Sumber: Widiakarya Pangan dan Gizi Tahun 2013)

B. Manfaat Biji Labu Kuning

Secara Umum, biji labu kuning memiliki manfaat sebagai berikut.

1. Efek Antelmintik

Semakin banyak bukti yang menunjukkan bahwa biji labu memiliki sifat anthelmintic pada berbagai nematoda gastrointestinal. Ekstrak biji labu menunjukkan aktivitas mematikan pada *heligmosoides bakeri* pada tikus yang terinfeksi sebesar 80 % (Grzybek dkk, 2016); *ascaridia galli* pada ayam lebih dari 65 % (Aziz dkk, 2018; Acorda, dkk, 2019). Ekstrak biji labu menyebabkan penekanan yang

signifikan pada cacing dewasa dan produksi telurnya (Alhawiti dkk, 2019). Aziz dkk (2018) melaporkan bahwa ekstrak biji labu kuning telah menunjukkan kemampuan untuk memusnahkan taenia saginata dan taenia solium (cacing pita pada otot babi).

Taenia Saginata merupakan parasit cacing pita dalam usus halus manusia dengan inang antaranya adalah sapi. Penyakit infeksi akibat dari parasit ini kemudian disebut dengan Taeniasis. Gejala klinik yang ditimbulkan akibat iritasi mukosa atau toksin dari parasit tersebut antara lain mual, badan lemah, penurunan berat badan, diare, rasa tidak nyaman pada lambung, konstipasi dan penurunan selera makan. Sedangkan dampak psikologis yang dapat ditimbulkan adalah perasaan cemas dan gelisah akibat pergerakan proglotid pada anus (Setiyani, 2019).

Sedangkan Taenia Solium lazim dikenal dengan istilah cacing pita yang hidup dalam saluran cerna manusia dan hewan vertebrata dan larvanya ditemukan pada vertebrata. Taeniasis dapat ditularkan secara oral karena konsumsi daging yang mengandung cacing pita dan dari kotoran penderita sehingga terjadi infeksi pada saluran cerna. Gejala klinis yang ditimbulkan antara lain gangguan syaraf, insomnia, anoreksia, penurunan berat badan, sakit perut, muntah diare dan sembelit (Simatupang, 2019).

2. Efek Antikarsinogenik

(Chari dkk, 2018) melakukan studi in vivo untuk mengamati penilaian ekstrak biji labu etanol pada 1,2 dimethylhydrazine yang diinduksi kanker usus besar pada tikus wistar dan menemukan bahwa apoptosis diinduksi ketika

sel diberi perlakuan dengan ekstrak 200 mg/kg. Penelitian lebih lanjut menjelaskan bahwa ekstrak tersebut bersifat sitotoksik untuk sel kanker dan baik untuk pengobatan tumor. Dalam penelitian lain, telah dilaporkan bahwa ekstrak hidroalkohol dari biji labu dapat menghalangi perkembangbiakan jalur sel tumor human hepatocarcinoma (HepG2) dan colon carcinoma (CT26) (Shokrzadeh dkk, 2010). Lebih lanjut, Jayaprakasam dkk (2003) melaporkan aktivitas antiproliferatif pada sel kanker payudara, usus besar dan paru-paru. Beberapa peneliti percaya bahwa potensi anticarcinogenic biji labu berasal dari konsentrasi flavonoid dan *cucurbitacin* (Chari dkk, 2018; Jayaprakasam dkk, 2003).

3. Efek Antidepresan

LaChance dan Ramsey (LaChance dkk, 2018) mencari tumbuhan antidepresan dan melaporkan bahwa biji labu memiliki skor makanan antidepresan (AFS) 47 %. Artinya, biji labu kuning memiliki potensi antidepresan. Studi lain meneliti aktivitas ekstrak biji labu (PSE) melalui uji berenang paksa dan suspensi ekor dibandingkan dengan obat standar imipriamin pada tikus. Studi tersebut menyimpulkan bahwa biji labu memiliki potensi antidepresi yang signifikan (George dan Nazni, 2012).

4. Efek Antidiabetes dan Hipoglikemik

Biji labu berkontribusi pada modulasi penyakit diabetes dengan mengontrol aktivitas hipoglikemik (Kushawaha dkk, 2017). Dalam studi *in vivo* yang melibatkan tikus wistar yang diinduksi diabetes ringan dan berat, pemberian ekstrak biji labu menunjukkan penurunan kadar glukosa

darah sebesar 26,15 % dan 39,33 %, masing-masing pada dosis efektif 200 mg/kg berat badan (BW). Hasil penelitian menjelaskan bahwa ekstrak biji labu menginduksi aktivitas hipoglikemik dan antidiabetes melalui stimulasi pelepasan insulin dari pankreas β - sel (Kushawaha dkk, 2017). Marbun dkk (2018) melaporkan bahwa peningkatan asupan ekstrak labu memiliki efek positif pada kontrol glikemik, profil lipid dan pankreas β sel. Aktivitas tersebut dibuktikan dengan pengaruh senyawa bioaktif termasuk flavonoid, triterponoid, steroid, dan komponen polifenol. Biji labu kaya akan pektin, sejenis serat makanan (Jafari dkk, 2012; Nakic dkk, 2006) yang mengatur kadar glikemik darah dan mengurangi kebutuhan insulin ketika makanan kaya serat dikonsumsi oleh pasien diabetes (Adams dkk, 2011; Soiza dkk, 2018).

5. Efek Antihipplastik Pada Kelenjar Prostat

Biji labu menunjukkan aktivitas perbaikan pada hiperplasia yang diinduksi testosteron pada prostat tikus (Food dkk, 2006) dan hiperplasia prostat yang diinduksi oleh sitral pada tikus jantan Wistar (Abdel-Rahman, 2006).

6. Efek Sitoprotektif

Prostaglandin mencegah tukak lambung tidak dengan menghambat pelepasan asam lambung tetapi dengan meningkatkan perlindungan mukosa. Dengan cara yang sama, penelitian *in vivo* telah menunjukkan bahwa ada beberapa sifat ekstrak biji labu yang melindungi sel dari serangan racun seluler dari serangkaian senyawa berbahaya (Kashmiry dkk, 2018). Ekstrak biji labu menekan efek

mematikan yang diinduksi emamektin, seperti disintegrasi DNA, stres oksidatif, dan apoptosis pada tikus (Abou-Zeid dkk, 2018), memperbaiki toksisitas reproduksi yang diinduksi siklofosamid pada tikus jantan (Aghaei dkk, 2014), menunjukkan aktivitas hepatoprotektif terhadap kerusakan hati yang diinduksi acetoaminophen pada tikus dan menurunkan laju peroksidasi lipid dalam sel hati yang diinduksi oleh karbon tetraklorida (CCl₄). Selanjutnya, Ekstrak biji labu meningkatkan superoksida dismutase, enzim antioksidan yang secara teknis berhubungan dengan tindakan perbaikan CCl₄ cedera hati yang diinduksi (Jang dkk, 2008). Ekstrak biji labu juga telah dilaporkan mengurangi steatosis hati dan fibrosis (Zhao dkk, 2017). Dalam beberapa penelitian, ekstrak biji labu mendemonstrasikan aktivitas hepatoprotektif yang kuat bahkan pada dosis yang lebih rendah, dan merupakan penghambat kuat dari metabolisme 1,2 dimetilhidrazin, menjadikannya agen kemoprotektif yang efektif (Chari dkk, 2018).

7. Efek Antimikroba

Studi kultur sel menunjukkan aktivitas antimikroba yang menjanjikan dari ekstrak biji labu pada berbagai strain mikroorganisme. Ekstrak bijinya memiliki aktivitas antibakteri yang efektif melawan *staphylococcus aureus*, *bacillus subtilis*, *staphylococcus wernerii*, *pseudomonas putida*, *pseudomonas aeruginosa*, *proteus mirabilis*, *klebsiella pneumoniae* dan *escherichia coli* (El-Aziz, 2011; Ravishankar dkk, 2012). Selanjutnya, cucurmoschin, isolat protein biji labu, menghambat pertumbuhan miselium pada jamur *botrytis cinerea*, *fusarium*

oxysporum, mycosphaerella arachidicola dan mycosphaerella oxysporum. Kemungkinan aktivitas penghambat translasi dari protein antijamur bertanggung jawab, setidaknya sebagian, efek antijamurnya (Suresh dan Sisodia, 2018; Wang dan Ng, 2003). Dari hasil temuan, terlihat jelas bahwa protein biji labu tampak efektif melawan bakteri gram positif yang diuji dan memiliki efek yang lebih kecil terhadap bakteri gram negatif. (El-Aziz, 2011) melaporkan bahwa bakteri gram -ve lebih tahan terhadap protein dan minyak efek antimikroba daripada gram +ve karena lipopolisakarida dinding selnya yang dapat mencegah senyawa aktif ini mencapai membrane sitoplasma bakteri gram negatif.

8. Menangkal Radikal Bebas

Biji labu kuning kaya akan fitoestrogen, yang bermanfaat sebagai antioksidan yang hebat. Komponen fitoestrogen biji labu kuning adalah *secoisolariciresinol* dan *lariciresinol*. Kemampuan menangkal radikal bebas ini juga ditunjang oleh tingginya kandungan vitamin E pada biji labu kuning.

9. Mencegah Hiperlipidemia

Berdasarkan sebuah jurnal, fitoestrogen yang terkandung dalam biji labu kuning juga bermanfaat untuk mencegah hiperlipidemia (kadar lemak tinggi dalam darah). Selain itu, biji labu kuning juga kaya akan kadar lemak tidak jenuh, yang tentunya baik untuk kesehatan.

10. Mencegah Penuaan Dini

Ini adalah salah satu manfaat biji labu kuning untuk kecantikan. Bila Anda ingin mencegah penuaan dini, mengonsumsi biji labu kuning bisa menjadi salah satu triknya. Hal ini dikarenakan biji labu kuning kaya akan kandungan vitamin E, seperti alfa-tokoferol dan gamma-tokoferol, yang merupakan antioksidan super. Vitamin E yang terdapat pada biji labu kuning bermanfaat untuk mencegah kerusakan sel akibat proses oksidasi. Untuk itu, kandungan-kandungan ini menjaga sel agar tidak cepat rusak dan mencegah penuaan dini.

11. Meningkatkan Kekebalan Tubuh

Rutin mengonsumsi biji labu kuning dapat membantu meningkatkan kekebalan tubuh. Hal ini dikarenakan sel imun tubuh memperoleh manfaat dari kandungan antioksidan dalam biji labu kuning.

12. Baik untuk Kesehatan Hati dan Jantung

Sebuah penelitian menyebutkan bahwa omega-3 pada biji labu kuning dapat menurunkan risiko trombosis dan aritmia, yang menyebabkan serangan jantung, stroke, dan kematian jantung mendadak. Selain itu, omega-3 pada biji labu kuning juga dapat menurunkan kadar kolesterol jahat, mengurangi plak pada dinding arteri, serta memperbaiki fungsi endotel (ukuran kesehatan peredaran darah). Ingin jantung yang lebih sehat? Cobalah konsumsi biji labu kuning yang mengandung zink, asam lemak, magnesium, dan antioksidan yang dapat menjaga kesehatan jantung.

Bahkan, minyak dari biji labu kuning dapat mengurangi kadar kolesterol dan tekanan darah tinggi yang merupakan faktor pemicu penyakit jantung.

Penurunan kolesterol LDL dengan pemberian serbuk biji labu karena biji memiliki kandungan fitokimia utama yaitu fitosterol yang kemungkinan memiliki efek untuk menurunkan kolesterol LDL. Pada 100 g biji labu kuning kering mengandung 265 mg fitosterol. Fitosterol dapat bekerja menurunkan LDL, yaitu dengan cara sebagai ligan untuk reseptor LXR - RXR (Liver X Receptor- Retinoid X Reseptor). Reseptor tersebut mengatur beberapa gen yang terlibat dalam sintesis, penyerapan, ekskresi homeostasis kolesterol dan metabolisme lipoprotein, termasuk peningkatan ekspresi gen ABC (adenosine-tri-phosphate binding cassette) A1 sebagai transporter kolesterol. Tingkat fitosterol yang tinggi di intraselular juga akan mengakibatkan penurunan sintesis 3-hydroxy-3-methylglutaryl Coenzyme A (HMG CoA) reduktase sehingga sintesis kolesterol akan terhambat sehingga sekresi VLDL dari sel-sel hati akan menghasilkan pengurangan konversi VLDL ke LDL. Mekanisme tersebut menyebabkan terjadinya penurunan kolesterol LDL.

13. Mencegah Osteoporosis pada Wanita Menopause

Mencegah osteoporosis pada wanita menopause, fitoestrogen yang terdapat pada biji labu kuning memiliki efek menyerupai hormon estrogen yang ada di dalam tubuh manusia. Oleh sebab itu, salah satu manfaat labu kuning adalah mampu mencegah osteoporosis pada wanita yang telah menopause.

14. Memiliki Efek Antiperadangan

Manfaat biji labu kuning yang berikutnya adalah menurunkan peradangan. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa biji labu kuning bisa berguna sebagai terapi tambahan dalam penyakit-penyakit akibat peradangan, salah satunya adalah artritis.

15. Membantu Mencapai Berat Badan Ideal

Biji labu kuning memiliki kalori yang rendah, yaitu sebanyak 151 kalori dalam setiap 28 gram biji labu kuning. Tidak hanya kalori yang rendah, biji labu kuning memiliki kandungan serat yang tinggi. Serat dalam biji labu kuning juga dapat membantu anda menjaga berat badan dengan membuat anda tetap kenyang dan melancarkan pencernaan.

16. Menjaga Kesehatan Prostat dan Kandung Kemih

Biji labu kuning dapat membantu mengurangi gejala dari *benign prostatic hyperplasia* (BPH) yang merupakan kondisi saat kelenjar prostat membesar dan menimbulkan masalah saat buang air kecil. Biji labu kuning juga bermanfaat dalam mengatasi gangguan fungsi kandung kemih.

17. Meningkatkan Kualitas Sperma

Bagi para pria, salah satu faktor yang dapat mengurangi kualitas sperma adalah kadar zink yang rendah. Biji labu kuning memiliki kandungan zink yang tinggi, karenanya berpotensi meningkatkan kualitas sperma.

18. Membantu untuk Tidur

Tidak hanya susu, biji labu kuning juga mengandung senyawa asam amino triptofan yang dapat membantu Anda untuk bisa terlelap. Selain itu, biji labu kuning juga mengandung zink yang membantu proses pengolahan triptofan menjadi melatonin atau hormon yang mengatur siklus tidur.

19. Menjaga Daya Tahan Tubuh

Minyak dari biji labu kuning mengandung antioksidan dan vitamin E yang tinggi. Keduanya berperan dalam memperkuat daya tahan tubuh dan menjaga kesehatan pembuluh darah.

20. Baik untuk Kesehatan Kulit

Kandungan unik *squalene* yang menyerupai antioksidan betakaroten terdapat dalam biji labu kuning. Senyawa ini mampu menjaga kulit dari sinar ultraviolet matahari dan paparan radiasi lainnya.

21. Meredakan Nyeri Sendi

Minyak biji labu telah diketahui memiliki kandungan vitamin antioksidan tinggi seperti tokoferol dan karotenoid. Secara keseluruhan, kandungan tokoferol yang tinggi dalam biji labu dianggap dapat berperan sebagai pelindung terhadap zat beracun dan radikal bebas. Menurut penelitian, minyak biji labu terbukti efektif untuk meredakan nyeri sendi.

C. Kandungan Makronutrient dalam Biji Labu Kuning

1. Karbohidrat

Biji labu kuning mengandung karbohidrat dalam jumlah yang cukup baik. Karbohidrat adalah senyawa organik menjadi sumber energi utama. Karbohidrat adalah golongan senyawa yang mempunyai rumus Paraformaldehide $(\text{CH}_2\text{O})_n$. Senyawa tersebut terdiri dari senyawa-senyawa yang n atom karbonnya tampak terhidrasi oleh n molekul air. Meski demikian, ada pula karbohidrat yang tidak memiliki rumus seperti yang telah disebutkan dan ada pula yang mengandung nitrogen, fosforus, atau sulfur. Unsur kimia yang terdapat pada karbohidrat adalah karbon, hidrogen, dan oksigen.

Sebagian besar karbohidrat merupakan polimer yang tersusun dari molekul gula. Molekul gula tersebut terangkai menjadi rantai yang panjang serta dapat pula bercabang-cabang. Karbohidrat yang memiliki banyak cabang disebut polisakarida, misalnya pati, kitin, dan selulosa. Selain karbohidrat yang berupa monosakarida dan polisakarida, terdapat pula disakarida (sukrosa terbuat dari rangkaian dua monosakarida) dan oligosakarida (rangkaiannya beberapa monosakarida). Monosakarida adalah bentuk karbohidrat yang paling sederhana. Contoh monosakarida adalah glukosa, galaktosa, dan fruktosa.

Secara biokimia, karbohidrat terdiri dari polihidroksil-aldehida atau polihidroksil-ke-ton, atau senyawa yang menghasilkan senyawa-senyawa ini bila dihidrolisis. Karbohidrat mengandung gugus fungsi karbonil (sebagai aldehida atau ke-ton) dan banyak gugus hidroksil.

Karbohidrat adalah zat gizi yang memiliki fungsi sebagai penghasil energi. Karbohidrat memiliki berbagai fungsi dalam tubuh makhluk hidup, terutama sebagai bahan bakar (misalnya glukosa), cadangan makanan (misalnya pati pada tumbuhan dan glikogen pada hewan), dan sebagai pembangun (misalnya selulosa pada tumbuhan, kitin pada hewan dan jamur).

Pada proses fotosintesis, tumbuhan hijau mengubah karbon dioksida menjadi karbohidrat.

Karbohidrat terdiri dari 2 jenis yaitu karbohidrat sederhana (gula, roti, permen, dan gula pasir) dan karbohidrat kompleks (gandum utuh dan makanan yang mengandung serat seperti buah-buahan).

Karbohidrat terdiri dari tiga jenis, yaitu sebagai berikut pati, serat dan gula. Pati terdapat dalam makanan yang berasal dari tanaman, seperti biji-bijian, sayuran, dan kacang-kacangan, dan makanan bertepung. Pati adalah karbohidrat kompleks, sehingga tidak akan cepat dipecah dalam tubuh, seperti nasi/beras, roti, kentang, pasta, gandum, dan sejenisnya. Serat juga terdapat dalam makanan yang berasal dari tanaman, seperti roti gandum, kacang-kacangan, dan sebagian sayuran yang bisa dimakan dengan kulitnya. Serat sendiri terbentuk atas selulosa. Bila hewan seperti sapi dan kambing memiliki enzim selulase untuk mengurai selulosa, ternyata manusia tidak memiliki kemampuan untuk mengurai serat atau selulosa dan akan dikeluarkan oleh tubuh. Hal ini yang membuat serat baik untuk melancarkan pencernaan kita. Tidak semua karbohidrat merupakan gula, namun semua gula adalah karbohidrat. Gula bisa didapatkan secara alami dari berbagai

makanan, di antaranya gula pada buah yang disebut dengan fruktosa, gula pada susu yang disebut dengan laktosa, dan gula pasir yang disebut dengan sukrosa. Gula mudah dicerna dalam tubuh dan dapat meningkatkan gula darah lebih mudah serta menghasilkan energi lebih cepat.

Setelah mengonsumsi karbohidrat, nutrisi ini akan dicerna dan diubah menjadi glukosa. Kemudian, insulin membantu sel-sel tubuh untuk menyerap glukosa yang selanjutnya diubah menjadi energi, seperti untuk bernapas, bergerak, berjalan, berpikir, dan untuk melakukan aktivitas yang lainnya. Serat pada karbohidrat dapat mengurangi risiko sembelit dan meningkatkan kesehatan usus. Penelitian membuktikan bahwa beberapa jenis serat yang didapatkan dari biji-bijian juga dapat mengurangi kadar kolesterol jahat dalam tubuh serta menurunkan risiko obesitas dan diabetes.

Mengonsumsi karbohidrat juga dapat mengurangi risiko penyakit yaitu karbohidrat yang berasal dari kacang-kacangan dan sayuran. Setiap orang membutuhkan karbohidrat dalam jumlah yang berbeda, bergantung pada usai, jenis kelami, aktivitas yang dilakukan, serta kondisi medis. Pada umumnya, orang dewasa yang sehat membutuhkan asupan karbohidrat sebanyak 220 hingga 300 gram per hari. Sedangkan untuk Anda yang ingin menjaga berat badan, asupan karbohidrat yang disarankan sekitar 50 hingga 150 gram per hari.

Wanita yang berusia kurang dari 50 tahun membutuhkan 25 gram serat per hari, sedangkan jumlah serta yang dibutuhkan oleh wanita yang berusia lebih dari 50 tahun sekitar 21 gram per hari. Sementara itu, pria yang berusia kurang dari 50 tahun membutuhkan sebanyak 38 gram

serat per hari dan pria yang berusia diatas 50 tahun membutuhkan 30 gram serat per hari.

Gula yang dihasilkan dari karbohidrat yang tidak digunakan lagi akan disimpan di dalam bentuk lemak tubuh. Sehingga, mengonsumsi karbohidrat yang berlebihan akan menimbun banyak lemak di dalam tubuh. Kondisi ini akan meningkatkan risiko berbagai penyakit, seperti penyakit jantung, obesitas, dan diabetes. Maka dari itu, Kementerian Kesehatan menyarankan konsumsi gula total dalam sehari hanya dibatasi 4 sendok makan atau 50 gram bagi orang sehat.

2. Zink

Zink adalah salah satu logam golongan IIB dengan berat molekular 65,4. Zink merupakan ion logam katalitik yang paling sering dijumpai dalam sitoplasma sel. Manusia dewasa mempunyai kandungan zink antara 1,2 dan 2,3 g yang terdistribusi di semua jaringan. Zink berperan sebagai kofaktor struktural, katalitik atau regulator untuk lebih dari 300 enzim-sintesis dan degradasi karbohidrat, lipid, protein dan asam nukleat. Zink berperan utama dalam sintesis dan stabilisasi bahan genetik dan diperlukan untuk pembelahan sel.

Angka kecukupan gizi zink pada wanita hamil adalah 11 - 12 mg/hari dan ibu menyusui adalah 12 - 13 mg/hari. Zink dalam darah lengkap memiliki rentang acuan 4,0 - 7,5 mg/L. Sedangkan zink dalam serum normalnya adalah 0,75 - 1,25 mg/L. Konsentrasi serum hanya memberikan informasi yang terbatas karena jumlahnya hanya sekitar 1-2 % dari simpanan zink total. Proporsi utama dalam darah

(84 %) terdapat dalam eritrosit yang kandungannya terdiri dari karbonat anhidrase. Kandungan yang tinggi dalam eritrosit memiliki masa hidup rata-rata 120 hari, berarti bahwa status zink dapat dipertahankan dalam waktu lama (Grober, 2009).

Zink yang diabsorpsi sekitar 15-40 %. Penyerapan zink bergantung pada status zink tubuh. Bila zink lebih banyak yang dibutuhkan, maka zink akan diserap lebih banyak pula. Jenis makanan juga berdampak pada penyerapan zink. Makanan yang menghambat penyerapan adalah serat dan fitat. Sedangkan makanan yang mengandung protein membantu penyerapan zink. Selain itu, mineral lain seperti tembaga, jika jumlahnya berlebih dalam tubuh juga akan menghalangi absorpsi zink. Jumlah albumin plasma indikator utama dalam penyerapan zink. Penyerapan zink berkurang jika albumin jumlahnya menurun dalam darah, misalnya dalam keadaan gizi kurang atau ibu hamil (Almatsier, 2009).

Metabolisme vitamin yang normal bergantung pada zink, sehingga gejala defisiensi zink biasanya mencakup gejala defisiensi vitamin. Defisiensi zink juga mengganggu fungsi thyroid dan memperlambat metabolisme energi tubuh, menyebabkan kehilangan selera makan dan memperlambat penyembuhan luka. Pada hewan coba, defisiensi ringan bisa jadi mengurangi aktivitas fisik rentang memori dan konsentrasi (Keller, Grider dan Coffield, 2001).

Zink banyak ditemukan pada eritrosit dan leukosit dan akan ditransport secara difusi dan proses *carier mediated*. Proses absorpsi melalui pasif difusi ke dalam mukosa sel melewati basolateral membran (dari darah ke

cairan intertisiel). Absorpsi dipengaruhi oleh status zink dan jumlah zink dalam makanan. Ekskresi zink utamanya melalui feses dan urine. Peningkatan ekskresi melalui urine terjadi pada kelaparan, neprosis, diabetes, alkoholism dan sirroshis hepatis. Pengeluaran zink melalui keringat (0,3 - 0,5 mg), melalui kulit dan rambut (0,5 - 1 mg), melalui menstruasi (0,1 - 0,5 mg) per periode dan melalui semen 1 mg per ejakulasi (Linder, 1991).

Asupan zink dengan dosis yang sangat tinggi (>1 g) menyebabkan rasa logam dalam mulut, mual, demam, letargi dan gangguan lambung. Respon yang akut ini muncul ketika mendapat suplementasi zink yang disengaja, mengalami pajanan karena pekerjaan atau keracunan zink dari makanan. Infus cepat larutan parenteral melalui pembuluh vena dapat menyebabkan gejala yang sama. Dosis yang sangat besar akan menyebabkan kematian (Samir Samman, Sheila Skeaff, Christine Thomson, Sterward Truswell, 2012).

Pada otak mamalia, zink tersebar secara tidak merata. Zink paling banyak terdapat pada *hippocampus* dan korteks serebral. Kadar zink pada *hippocampus* tikus coba meningkat sejak lahir sampai dewasa (Crawford, 1983). Hasil yang serupa terlihat pula pada otak manusia. Bedanya, pada manusia perubahannya terjadi dalam waktu yang lebih panjang.

Zink memegang peranan penting sebagai neuroreseptor dan neurotransmisi. Sebagai neuroreseptor, zink meningkatkan disosiasi konstan reseptor opioid untuk naloxone. Zink juga berpengaruh pada reseptor asetilkolin muskarinik pada otak tikus coba. Reseptor ini banyak

terdapat di korteks serebral dan hippocampus, yang mana terdapat konsentrasi zink yang tinggi. Zink juga diperlukan pada pembentukan protein yang dibutuhkan untuk pembentukan GABA dan neurotransmitter lainnya (Donaldson JT, St.Pierre JL, Minnich dan A. Barbeau, 1973).

Di otak, ternyata zink bisa ditemukan dalam bentuk ion bebas (Zn^{2+}) dan sebagian besar berada pada terminal glutamatergik. Zink yang dilepaskan oleh aktivitas synaptik, selama aktivitas neuronal, mempengaruhi aktivitas N-methyl-D-Aspartate (NMDA) dan alpha-amino-3-hydroxyl-5-methyl-4-isoxazole-propionate (AMPA) yang merupakan reseptor glutamate, GABAA dan reseptor glycine inotropik. Terlihat pula bahwa aktivitas spesifik dari metabotropic Zn^{2+} mempengaruhi GPR. Dalam kadar normal zink merangsang aktivitas neuroprotektif namun dalam kadar berlebihan zink bersifat neurotoksik.

Terdapat beberapa jenis protein yang mengatur kadar zink di tingkat sel. Kelompok pertama terdiri dari transporter membrane (ZnTs) yang memperantarai keluarnya dari zink dari sel atau masuknya zink ke dalam kompartemen sel atau organel (Huang L, Tepasamordech S., 2013). Kelompok kedua adalah anggota keluarga ZIP (protein transporter yang mengatur zink dan zat besi) yang memicu transport zink dari ruang ekstraseluler atau intraseluler ke dalam sitoplasma (Cousin RJ, Liuzzi JP, Lichten LA, 2006). Sejauh ini telah ditemukan 10 jenis dari ZnT dan 14 jenis protein ZIP (Lichten LA and Cousin RJ, 2009). Kelompok yang ketiga adalah metallothionein (MTs), protein pengikat yang memiliki molekul berukuran kecil dan memiliki afinitas yang tinggi terhadap zink (Krezel A,

Hao Q, Maret W, 2007). Terdapat 4 jenis MT yang berhasil teridentifikasi. MT-I dan MT-II ditemukan pada banyak jaringan, MT-IV secara khusus ditemukan pada sel epitel squamous bertingkat (Quaife CJ, Findley SD, Erickson JC, Froelick GJ, *et. al.* 1994). Sedangkan MT-III secara khusus ditemukan di sel-sel saraf. MT-III mRNA ditemukan pada korteks, hippocampus, amigdala dan MTs berperan untuk mengatur zink sitoplasmik dan proses masuknya ke dalam sitoplasma dan sejauh ini juga terlihat menjadi tempat penyimpanan zink untuk sementara waktu (Krezel A, Hao Q, Maret W, 2007).

Secara umum, manifestasi klinis dari defisiensi zink sangat beragam. Pada awal kehidupan, gejala yang biasa ditemukan adalah terjadinya diare. Defisiensi zink biasanya terkait dengan gangguan fungsi kognitif, masalah perilaku, penurunan memori, gangguan belajar dan atrofi neuronal. Masalah kulit menjadi lebih sering muncul di usia remaja. Sedangkan alopecia, gangguan pertumbuhan dan infeksi berulang biasa dijumpai pada anak sekolah. Luka kronis yang sulit disembuhkan dan infeksi berulang juga biasa dijumpai pada Lansia.

Penyebab umum terjadinya defisiensi zink adalah intake yang tidak adekuat, peningkatan kebutuhan, gangguan absorpsi dan meningkatnya kehilangan zink (King JC, Cousin RJ, 2006), namun asupan zink yang tidak adekuat merupakan penyebab utama. Masalah ketidakcukupan asupan zink biasa dijumpai di seluruh dunia. Keadaan tersebut biasanya diperparah juga dengan kondisi fisiologis yang terkait dengan peningkatan kebutuhan zink.

Malabsorpsi zink biasa terjadi beberapa situasi seperti acrodermatitis enteropathica, sindrom malabsorpsi dan penyakit inflamasi pada usus. Penggunaan zink juga meningkat oleh adanya infeksi. Gangguan pada integritas saluran cerna tidak hanya mengurangi penyerapan, tetapi juga meningkatkan kehilangan zink.

Konsentrasi zink pada plasma darah atau serum merupakan biomarker terbaik untuk menilai defisiensi zink pada sebuah populasi. Meskipun demikian, konsentrasi zink pada serum mungkin memiliki keterbatasan pada validitas maupun reliabilitasnya dalam menentukan defisiensi zink pada skala sedang sampai ringan. Defisiensi zink menjadi perhatian atau masalah gizi masyarakat tatkala konsentrasi zink serum yang rendah berjumlah lebih dari 20 % populasi. Konsentrasi zink serum berubah-ubah sekitar 20 % selama periode 24 jam, sebagian besar dipengaruhi oleh pencernaan makanan. Segera setelah makan, kadar zink akan meningkat secara cepat, lalu menurun pula secara cepat setelah 4 jam untuk kemudian meningkat kembali ketika makanan mulai dimakan lagi. Sepanjang puasa sepanjang malam, terlihat bahwa kadar zink meningkat tajam, sehingga kadar tertinggi zink umumnya terlihat di pagi hari (Couturier E, Van Onderbergen A, Bosson D, 1991).

Defisiensi zink sendiri merupakan masalah yang cukup prevalen, meski belum ada studi dalam skala besar yang telah dilakukan. Namun berbagai studi yang dilakukan pada anak, ibu hamil dan ibu menyusui menunjukkan bahwa kekurangan zink merupakan salah satu masalah gizi di Indonesia. Studi tentang kadar zink pada anak telah dilakukan sejak lama. Hasilnya menunjukkan bahwa

kekurangan zink masih menjadi masalah yang sering ditemukan pada anak di Indonesia.

Penelitian yang dilakukan pada Balita di Talang Ratu, Palembang menemukan bahwa terdapat 62 % Balita yang mengalami defisiensi zink (Fedriyansyah, HM Nazir, Theodora, S. Husin, 2010). Studi lain yang dilakukan pada 100 Balita berusia 24-33 bulan di Kelurahan Tandang, Kota Semarang, menemukan bahwa seluruh sampel memiliki kadar zink di bawah normal (BRW Indriasari, JC Susanto, Suhartono, 2012). Hasil yang masih sama ditemukan pula di Kelurahan Tambak Wedi Kenjuran, Surabaya. Studi yang dilakukan pada Balita usia 12-24 bulan menemukan bahwa seluruh Balita yang menjadi sampel penelitian, mengalami kekurangan zink (Oktiva dan Adriani, 2017).

Studi tentang zink pada anak sekolah dasar dimulai pada tahun 1992, Hadi Riyadi menemukan bahwa 27,5 % anak sekolah mengalami defisiensi zink (Riyadi, 1992). Temuan yang sama dihasilkan oleh Wahyuni dkk (2005). Berdasarkan tes kecap Smith, ditemukan sekitar 56,2 % anak sekolah yang diteliti mengalami defisiensi zink (Wahyuni, Benni Soegianto, Luki Mundiastuti, 2005). Studi lain yang dilakukan pada anak sekolah dasar yang mengalami gondok positif, menemukan seluruh sampel anak berusia 8-12 tahun mengalami defisiensi zink (Setijowati, 005). Studi pendahuluan yang dilakukan pada penderita tuberkolosis anak, menemukan bahwa 84 % pasien mengalami defisiensi zink (Soegiharto, Boediman, Munasir, 2008). Rahmah (2014) menemukan bahwa 54,8 % anak SDN Cambaya Ujung Tanah mengalami defisiensi zink. Studi yang dilakukan pada anak yang mengalami gangguan penurunan perhatian

dan hiperaktivitas, menemukan bahwa 75 % anak yang diteliti mengalami kekurangan zink (Lintuuran, Amir, Kusumawardhani, 2015). Studi lain menemukan bahwa seluruh anak yang menjadi sampel penelitian memiliki kadar zink di bawah standar (Anggraheni, Nani dan Pramono, 2015). Masih dari Kota Semarang, studi yang dilakukan terhadap 32 anak sekolah dasar, menemukan bahwa 75 % mengalami defisiensi zink (Suryaningtias, Ratih dan Panunggal, 2016). Studi terbaru yang dilakukan pada anak sekolah dasar di Kota Makassar menemukan bahwa 59,9 % anak memiliki kadar zink yang rendah (Sulastri D, Hidayanti, H, Indriasari R, Citrakesumasari, Jafar N, 2019).

Pada ibu hamil dan menyusui, studi tentang zink dimulai sejak tahun 1994. Dahro, dkk menemukan bahwa kekurangan zink terjadi pada 63,6% ibu hamil, 62,7 % ibu menyusui dan 23,5 % ibu melahirkan (Dahro, dkk, 1994). Penelitian di Gowa, menemukan bahwa seluruh ibu hamil yang menjadi sampel mengalami kekurangan zink (MN Syah, Thaha AR, Citrakesumasari, 2012). Studi yang dilakukan di Bengkulu menemukan bahwa lebih dari sebagian besar sampel yang diteliti mengalami defisiensi zink (Wijaksono, Rasyid, Mariko, 2019). Studi terhadap ibu postpartum di Kota Makassar ditemukan bahwa seluruh sampel penelitian memiliki kadar zink yang rendah (Kurniati, 2018). Demikian pula studi yang dilakukan pada ibu menyusui menemukan bahwa 57,4 % sampel memiliki kadar zink yang sangat rendah (Indriasari I. dkk, 2019).

3. Vitamin A

Vitamin A merupakan vitamin larut lemak dan cenderung stabil pada suhu tinggi, di dalamnya termasuk retinol, retinal dan asam retinoat. Salah satu karakteristik dari vitamin A adalah banyak terdapat pada jaringan hewan. Namun, beberapa jenis tanaman dapat mengandung pigmen karoten.

Pemenuhan zat gizi mikro seperti vitamin dan mineral juga penting walaupun jumlah yang dibutuhkan tidak banyak. Kurangnya tingkat kecukupan zat gizi mikro dapat terjadi karena rendahnya asupan bahan makanan sumber zat gizi mikro dalam konsumsi Balita sehari-hari dan karena bioavailabilitas yang rendah. Vitamin A sangat penting bagi kehidupan, mikronutrien ini diperoleh melalui makanan yang mengandung prekursor vitamin A atau vitamin A itu sendiri. Asam retinoat merupakan metabolit aktif dari vitamin A yang berfungsi untuk melakukan regulasi berbagai fungsi seluler seperti proliferasi sel, diferensiasi dan kematian sel pada berbagai tipe sel.

Vitamin A memiliki peran dalam fungsi faal tubuh seperti penglihatan, diferensiasi sel, kekentalan, pertumbuhan dan perkembangan, reproduksi, pencegahan kanker dan penyakit jantung, serta berkurangnya nafsu makan. Asam retinoat yang merupakan metabolit aktif dari vitamin A, yang berfungsi untuk meregulasi berbagai fungsi seluler seperti proliferasi sel, diferensiasi dan kematian sel pada berbagai tipe sel. Vitamin A juga berperan dalam berbagai fungsi biologis tubuh seperti perkembangan embrio, penglihatan dan fungsi otak (Cahyawati, 2018).

Asam retinoat yang berperan sebagai metabolit aktif dari vitamin A berperan dalam imunitas tubuh. Respon imun tubuh dibedakan menjadi respon imun seluler dan respon imun humoral. Respon imun seluler terutama diperantai oleh sel limfosit T, sedangkan respon imun humoral diperantai oleh imunoglobulin yang dihasilkan oleh sel limfosit B. Walaupun demikian, kedua respon imun ini tidak dapat dipisahkan karena terdapat keterkaitan satu sama lainnya. Dalam beberapa tahun terakhir ini telah dilakukan beberapa penelitian yang terkait dengan peranan asam retinoat yang merupakan metabolit aktif dari vitamin A dalam memicu respon imun dalam tubuh. Secara spesifik, asam retinoat ini berperan dalam peningkatan imunitas melalui cara berikut.

- a. Menghambat produksi sitokin dan produksi tumor necrosis faktor dan meningkatkan produksi interleukin.
- b. Membantu migrasi sel dendritic yang berasal dari sumsum tulang.
- c. Memicu regulator homing ke lokasi infeksi atau luka.
- d. Membantu diferensiasi limfosit T.
- e. Membantu *oral tolerance* dan menyebabkan makanan yang dikonsumsi sehari-hari yang merupakan protein asing tidak menimbulkan respon imun berlebih dari sel-sel pertahanan lini pertama pada mukosa saluran pencernaan.

Sumber vitamin A dalam makanan sebagian besar manusia berasal dari sumber-sumber makanan nabati dan hewani dengan variasi yang sangat luas untuk memenuhi kebutuhan harian manusia. Di Negara industri, lebih dari dua per tiga asupan vitamin A berasal dari sumber makanan

hewani sebagai vitamin A yang sudah terbentuk sebelumnya. Sumber vitamin A yang sudah terbentuk (preformed) dalam makanan, meliputi hati susu dan produk susu, telur, serta ikan, atau minyak hati ikan. Biji Labu kuning mengandung vitamin A yang tinggi. Persentase komponen bioaktif vitamin A pada 100 gr biji labu kuning mencapai nilai nutrisi 16 IU dan persentase RDA 0.5 (Dar, Sofi dan Rafiq, 2018).

Metabolisme Vitamin A

Vitamin A di dalam sumber makanan terbagi atas beberapa bentuk sebagai berikut.

- a. Karoten,
- b. Alkohol vitamin A, dan
- c. Ester vitamin A.

Vitamin A diabsorpsi secara sempurna melalui saluran cerna dan kadarnya di dalam plasma darah akan mencapai puncak setelah 4 jam. Vitamin A yang sudah terbentuk dan karotenoid akan dilepaskan oleh pepsin dalam lambung dan oleh berbagai enzim proteolitik dalam saluran usus bagian atas. Dalam dinding usus sebagian β karoten diabsorpsi melalui pembuluh limfe intestinal dan sebagian lagi terpecah menjadi 2 molekul retinol. Kemudian dalam sel mukosa ini, retinol akan mengalami proses esterisasi dengan asam palmitat menjadi retinil palmitat yang akan disimpan di hati sebagai cadangan vitamin A. Diperkirakan 90-95 % persediaan vitamin A dalam tubuh terdapat dalam bentuk retinil ester dalam hati (95 % dalam sel parenkim, dan sisanya di sel kuffer), dan dalam jumlah kecil ditemukan pada ginjal, adrenal, paru, lemak intra peritoneal dan retina.

Angka Kecukupan Gizi yang Dianjurkan

AKG vitamin A untuk masyarakat Indonesia adalah sebagai berikut:

No	Kelompok Usia	Vit A (mg)
1	0-5 bulan	375
2	6-11 bulan	400
3	1-3 tahun	400
4	4-6 tahun	450
5	7-9 tahun	500
Laki-laki		
6	10-12 tahun	600
7	13-15 tahun	600
8	16-18 tahun	700
9	19-29 tahun	650
10	30-49 tahun	650
11	50-64 tahun	650
12	65-80 tahun	650
13	80 + tahun	650
Perempuan		
14	10-12 tahun	600
15	13-15 tahun	600
16	16-18 tahun	600
17	19-29 tahun	600
18	30-49 tahun	600
19	50-64 tahun	600
20	65-80 tahun	600
21	80 + tahun	600

Hamil		
22	Trimester 1	+300
23	Trimester 2	+300
24	Trimester 3	+300
Menyusui		
25	6 bulan pertama	+350
26	6 bulan kedua	+350

Tabel 2.4 AKG Vitamin A

(Sumber: Widiakarya Pangan dan Gizi Tahun 2013)

4. Vitamin C

Vitamin C berbentuk seperti kristal putih yang mudah larut dalam air. Vitamin C yang disebut juga sebagai asam askorbik. Vitamin ini mudah larut dalam air. Vitamin C cukup stabil dalam keadaan kering. Namun mudah rusak dalam keadaan larut. Vitamin C mudah rusak karena bersentuhan dengan udara (oksidasi) terutama apabila terkena panas. Vitamin C cukup stabil dalam larutan asam namun tidak stabil dalam larutan alkali (Sunita, 2004). Vitamin C terdapat pada darah (khususnya leukosit), korteks anak ginjal, kulit, dan tulang. Penyerapan vitamin C di saluran cerna melibatkan transpor aktif (Sherwood, 2001).

Susunan Kimia Vitamin C

Vitamin C terdapat dalam dua bentuk di alam, yaitu bentuk tereduksi (*L-asam askorbat*) dan bentuk teroksidasi (*L-asam dehidro askorbat*). Asam askorbat adalah turunan heksosa dan diklasifikasikan sebagai karbohidrat yang

erat kaitannya dengan monosakarida. Tumbuh-tumbuhan dan hewan dapat menjadi sumber sintesis dari Vitamin C yaitu dalam bentuk *glukosa* dan *D-galaktosa*. Oksidasi bolak-balik *L-asam askorbat* menjadi *L-asam dehidro askorbat* terjadi apabila bersentuhan dengan tembaga, panas, atau alkali (Akhilender, 2003).

Metabolisme Vitamin C

Proses absorpsi vitamin C berlangsung secara aktif dan mungkin pula secara difusi. Penyerapannya terjadi pada bagian atas usus halus lalu masuk ke peredaran darah melalui vena porta. Rata-rata absorpsi adalah 90 % untuk konsumsi di antara 20 - 120 mg/hari. Pada konsumsi tinggi sampai 12 gram, vitamin ini hanya diabsorpsi sebanyak 16 %. Vitamin C kemudian dibawa ke semua jaringan. Dalam tubuh, vitamin C banyak terdapat di jaringan *adrenal*, *pituitary*, dan *retina*. Proses pengeluaran Vitamin C terutama dilakukan melalui urin, sebagian kecil di dalam tinja dan sebagian kecil diekskresikan melalui kulit (Yuniastuti, 2008).

Tanda-tanda klinik dan pengukuran kadar vitamin C dalam darah merupakan cara untuk mengetahui status vitamin C di dalam tubuh. Tanda-tanda klinik antara lain, perdarahan gusi dan perdarahan kapiler di bawah kulit. Tanda-tanda dini kekurangan vitamin C dapat diketahui apabila kadar vitamin C darah di bawah 0,20 mg/dl (Sunita, 2004).

Fungsi Vitamin C

Dalam tubuh Vitamin C mempunyai banyak fungsi. Pertama, sebagai sintesis kolagen. Karena vitamin C mempunyai kaitan yang sangat penting dalam pemben-

tukan *kolagen*. Karena vitamin C diperlukan untuk hidroksilasi *prolin* dan *lisin* menjadi hidroksiprolin yang merupakan bahan penting dalam pembentukan kolagen. Kolagen itu sendiri merupakan senyawa protein yang mempengaruhi integritas struktur sel di semua jaringan ikat, seperti pada tulang rawan, matriks tulang, gigi, membrane kapiler, kulit dan tendon. Fungsi vitamin C dalam kehidupan sehari-hari utamanya dalam penyembuhan luka, patah tulang, perdarahan di bawah kulit dan perdarahan gusi. Asam askorbat penting untuk mengaktifkan enzim *prolil hidroksilase*, yang menunjang tahap hidroksilasi dalam pembentukan hidroksipolin, suatu unsur integral kolagen. Tanpa asam askorbat, maka serabut kolagen yang terbentuk di semua jaringan tubuh menjadi cacat dan lemah. Oleh sebab itu, vitamin ini penting untuk pertumbuhan dan kekurangan serabut di jaringan subkutan, kartilago, tulang, dan gigi (Guyton, 2007).

Fungsi yang kedua adalah absorpsi dan metabolisme besi. Hal tersebut terjadi karena vitamin C berperan pada proses mereduksi besi menjadi feri dan menjadi fero dalam usus halus sehingga mudah untuk diabsorpsi. Vitamin C menghambat *hemosiderin* yang sulit dibebaskan oleh besi apabila dibutuhkan oleh tubuh. Absorpsi besi dalam bentuk nonhem meningkat empat kali lipat apabila terdapat vitamin C.

Fungsi yang ketiga adalah mencegah infeksi karena Vitamin C dapat meningkatkan daya tahan tubuh terhadap infeksi. Pauling (1970) pernah mendapat hadiah nobel dengan bukunya *Vitamin C and the common cold*, di mana Pauling mengemukakan bahwa dosis tinggi

vitamin C dapat mencegah dan menyembuhkan serangan flu (Pauling, 1971).

Selain itu, vitamin C dapat mencegah aterosklerosis. Vitamin C juga mempunyai hubungan dengan metabolisme kolesterol. Kekurangan vitamin C menyebabkan peningkatan sintesis kolesterol. Peran Vitamin C dalam metabolisme kolesterol adalah melalui cara: 1) vitamin C meningkatkan laju kolesterol dibuang dalam bentuk asam empedu, 2) vitamin C meningkatkan kadar HDL, tingginya kadar HDL akan menurunkan risiko menderita penyakit aterosklerosis, 3) vitamin C dapat berfungsi sebagai pencahar sehingga dapat meningkatkan pembuangan kotoran dan hal ini akan menurunkan pengabsorpsian kembali asam empedu dan konversinya menjadi kolesterol (Khomsan, 2010).

Studi yang dilakukan WHO (1976) menyimpulkan bahwa progresi pengapuran koroner bertambah sebesar 3% per tahun sejak usia seseorang melewati 20 tahun. Kenyataan ini membuktikan bahwa progresivitas pengapuran pembuluh koroner sesungguhnya memang menggulir secara tersembunyi dan menimbulkan bahaya yang bersifat laten. Penelitian klinis menunjukkan bahwa vitamin C menurunkan kolesterol dan *trigliserida* pada orang-orang yang mempunyai kadar kolesterol yang tinggi, tetapi tidak pada orang-orang yang mempunyai kadar kolesterol yang normal. Ini membuktikan bahwa vitamin C berperan pada proses *homeostatis*. Konsumsi vitamin C sebanyak 1 gram per hari setelah tiga bulan akan menurunkan kolesterol 10% dan *trigliserida* 40 % (Khomsan, 2010).

Angka Kecukupan Gizi Vitamin C

Asupan vitamin C yang ditetapkan *Recommended Daily Allowance* (RDA) untuk remaja usia 11 - 14 tahun adalah 50 mg/hari dan usia 15 - 18 tahun 60 mg/hari. Peningkatan kebutuhan vitamin C dalam keadaan stres psikologik atau fisik, seperti pada luka, panas tinggi, atau suhu lingkungan tinggi.

Golongan Umur	AKG (mg)	Golongan Umur	AKG (mg)
0-6 bl	30	Wanita:	
7-12 bl	35	10-12 th	50
1-3 th	40	13-15 th	60
4-6 th	45	16-19 th	60
7-9 th	45	20-45 th	60
Pria:		46-59 th	60
10-12 th	50	≥ 60 th	60
13-15 th	60	Hamil:	+10
16-19 th	60	Menyusui:	
20-45 th	60	0-6 bl	+25
46-59 th	60	7-12 bl	+10
≥ 60 th	60		

Tabel 2.5 AKG Vitamin C

(Sumber: Widiakarya Pangan dan Gizi Tahun 2013)

Kelebihan dan Kekurangan Vitamin C

Kekurangan vitamin C dapat menyebabkan gejala klinis yang disebut skorbut. Skorbut dalam bentuk berat sekarang jarang terjadi, karena sudah diketahui cara mencegah dan mengobatinya. Gejala awal dari penyakit ini adalah nafas pendek, lemah, kejang otot, tulang dan persendian sakit serta berkurangnya nafsu makan, kulit menjadi kering, kasar, dan gatal, warna merah kebiruan di bawah kulit, perdarahan gusi, kedudukan gigi menjadi longgar, mulut dan mata kering dan rambut rontok. Selain itu, apabila terjadi luka maka luka tersebut akan sulit sembuh. Gejala skorbut akan terlihat apabila taraf asam askorbat dalam serum menurun di bawah 0,20 mg/dl. Kekurangan *asam askorbat* juga menyebabkan terhentinya pertumbuhan tulang. Sel dari epifise yang sedang tumbuh terus berproliferasi, tetapi tidak ada kolagen baru yang terdapat di antara sel. Selain itu, tulang mudah fraktur pada titik pertumbuhan karena kegagalan tulang untuk berostifikasi. Jika terjadi fraktur pada tulang yang sudah terostifikasi pada pasien dengan defisiensi *asam askorbat*, maka osteoblas tidak dapat membentuk matriks tulang yang baru. Sebagai akibatnya, tulang yang mengalami fraktur tidak dapat sembuh. Skorbut dapat menyebabkan dinding pembuluh darah menjadi sangat rapuh karena terjadinya kegagalan sel endotel untuk saling merekat satu sama lain dengan baik serta gagalnya pembentukan fibril kolagen yang biasanya terdapat di dinding pembuluh darah (Guyton, 2007).

Kelebihan vitamin C yang berasal dari makanan tidak menimbulkan gejala. Tetapi konsumsi vitamin C

berupa suplemen secara berlebihan setiap harinya akan menimbulkan hiperoksaluria dan risiko lebih tinggi untuk menderita batu ginjal (Sunita, 2004).

5. Fe (Zat Besi)

Besi (Fe) berasal dari bahasa Latin yaitu *ferrum* memiliki nomor atom 26. Zat Besi memiliki peranan penting dalam proses biologi manusia yaitu membentuk kompleks dengan oksigen molekuler dalam *hemoglobin* dan *myoglobin*; kedua senyawa ini adalah protein pengangkut oksigen dalam vertebrata.

Zat besi adalah *micronutrient* yang penting bagi tubuh. Zat ini utamanya dibutuhkan dalam pembentukan darah (hemopoiesis) yaitu sintesis hemoglobin (Hb). Hemoglobin (Hb) merupakan jenis oksigen yang mengantarkan eritrosit yang berfungsi penting bagi tubuh. Hemoglobin memiliki komponen yaitu Fe (zat besi), protoporfirin, dan globin (1/3 berat Hb terdiri dari Fe). Dalam keadaan bebas di alam, Besi terdapat dalam dua bentuk yaitu ferro (Fe^{2+}) dan ferri (Fe^{3+}). Konversi kedua bentuk tersebut relatif mudah. Jika jumlah oksigen tinggi, maka besi akan berada dalam bentuk ferri karena terikat hemoglobin. Namun, pada proses transport transmembran, deposisi dalam bentuk feritin dan sintesis heme, maka besi berada dalam bentuk ferro. Besi diperlukan untuk pembentukan kompleks besi sulfur dan heme dalam tubuh. Kompleks besi sulfur dibutuhkan sebagai kompleks enzim yang penting pada metabolisme energi. Heme tersusun atas cincin porfirin dengan atom besi di pusatnya serta berperan membawa oksigen pada hemoglobin pada eritrosit dan mioglobin dalam otot.

1. Sumber

Sumber zat besi adalah makan hewani, seperti daging, ayam dan ikan. Sumber baik lainnya adalah telur, sereal, kacang-kacangan, sayuran hijau dan beberapa jenis buah. Di samping jumlah besi, perlu diperhatikan kualitas besi di dalam makanan, dinamakan juga ketersediaan biologik (bioavailability). Pada umumnya besi di dalam daging, ayam, dan ikan mempunyai ketersediaan biologik tinggi, besi di dalam sereal dan kacang-kacangan mempunyai ketersediaan biologik sedang, dan besi dalam sebagian besar sayuran, terutama yang mengandung asam oksalat tinggi, seperti bayam mempunyai ketersediaan biologik rendah. Sebaiknya diperhatikan kombinasi makanan sehari-hari, yang terdiri atas campuran sumber besi berasal dari hewan dan tumbuh-tumbuhan serta sumber gizi lain yang dapat membantu sumber absorpsi. Menu makanan di Indonesia sebaiknya terdiri atas nasi, daging/ayam/ikan, kacang-kacangan, serta sayuran dan buah-buahan yang kaya akan vitamin C.

Bahan Makanan	Kandungan Besi (mg)
Daging	23.8
Sereal	18.0
Kedelai	8.8
Kacang	8.3
Beras	8.0
Bayam	6.4
Hamburger	5.9
Hati Sapi	5.2
Susu Formula	1.2

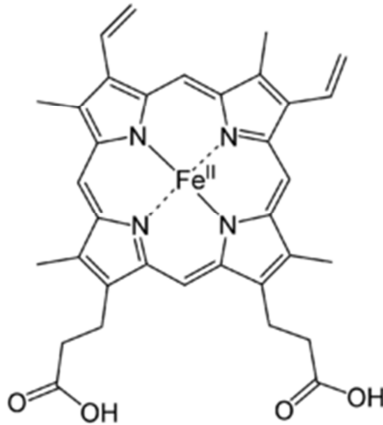
Tabel 2.6 Sumber dan Kandungan Besi pada Bahan Makanan

(Sumber: Widiakarya Pangan dan Gizi Tahun 2013)

Bahan makanan sumber besi didapatkan dari produk hewani dan nabati. Besi yang bersumber dari bahan makanan terdiri atas besi heme dan besi non heme. Berdasarkan tabel diatas dapat dilihat bahwa walaupun kandungan besi dalam sereal dan kacang-kacangan relatif tinggi, namun oleh karena bahan makanan tersebut mengandung bahan yang dapat menghambat absorpsi dalam usus, maka sebagian besar besi tidak akan diabsorpsi dan dibuang bersama feses.

Besi-protein ditemukan dalam semua organisme mulai dari yang promotif archaea hingga manusia. Warna darah disebabkan oleh hemoglobin, suatu protein yang mengandung besi. Seperti dalam hemoglobin, besi sering kali terikat pada kofaktor, misalnya dalam heme. Gugus besi-belerang adalah penyusun nitrogenase, suatu enzim

yang bertanggung jawab pada fiksasi nitrogen biologis. Pengaruh teori evolusi memberikan peran pada besi sulfida dalam teori besi-belerang dunia.



Gambar 2.2 Struktur Heme b

Besi adalah unsur renik penting yang ditemukan pada hampir semua organisme hidup. Enzim dan protein mengandung besi, sering kali mengandung gugus prostetik heme, yang berperan besar dalam oksidasi dan transportasi biologis. Contoh protein yang ditemukan dalam organisme tingkat tinggi antara lain hemoglobin, sitokrom (lihat besi valensi tinggi), dan katalase.

Senyawa besi “bioanorganik” (yaitu senyawa besi yang digunakan dalam biologi) yang paling banyak diketahui adalah protein heme, contohnya hemoglobin, myoglobin, dan sitokrom P450. Senyawa-senyawa ini dapat melakukan transportasi gas, membuat enzim, dan digunakan dalam transfer elektron. Metaloprotein adalah gugus protein dengan ion logam kofaktor. Beberapa contoh

besi metaloprotein adalah feritin dan rubredoksin. Banyak enzim vital untuk kehidupan mengandung besi, seperti katalase, lipoksinase, dan IRE-BP.

Sumber zat besi utama antara lain daging merah, kacang-kacangan, kacang, daging unggas, ikan, sayuran hijau, selada air, tahu, buncis, kacang polong, roti yang difortifikasi, dan sereal yang difortifikasi. Besi dalam jumlah kecil ditemukan dalam molases, *teff*, dan tepung kentang (farina). Besi dalam daging (besi heme) lebih mudah diserap daripada besi dalam sayuran. Meskipun sejumlah studi menyebutkan bahwa heme/hemoglobin dari daging merah mempunyai efek yang dapat meningkatkan kemungkinan kanker usus besar, tetapi tetap ada sejumlah kontroversi, dan bahkan ada beberapa studi yang menyatakan bahwa tidak ada bukti cukup yang mendukung klaim semacam itu.

Besi yang ada dalam suplemen makanan sering kali ditemukan sebagai besi (II) fumarat, meskipun besi sulfat lebih murah dan dapat diserap cukup baik. Unsur besi, meski efisiensi penyerapannya hanya 1/3 relatif dari besi sulfat, sering ditambahkan dalam makanan seperti sereal dan tepung terigu. Besi yang paling mudah diserap tubuh apabila di-khelat-kan dengan asam amino dan juga tersedia sebagai suplemen besi. Seringkali asam amino yang dipilih adalah yang termurah dan paling umum yaitu glisin, dalam bentuk suplemen "besi glisinat". Angka Kecukupan Gizi (AKG) yang dianjurkan (bahasa Inggris: *Recommended Dietary Allowance* (RDA)) untuk besi beragam sesuai umur, jenis kelamin, dan sumber zat besi (besi berbasis heme memiliki bioavailabilitas yang lebih tinggi). Bayi memerlukan suplemen besi jika mengkonsumsi susu formula. Pendonor

darah dan wanita hamil berisiko mengalami kekurangan besi dan sering kali dianjurkan untuk mengonsumsi suplemen besi.

2. Fungsi Zat Besi (Fe)

Besi mempunyai beberapa fungsi esensial di dalam tubuh: sebagai alat angkut oksigen dari paru-paru ke jaringan tubuh, sebagai alat angkut elektron di dalam sel, dan sebagai bagian terpadu berbagai reaksi enzim di dalam jaringan tubuh.

Rata-rata kadar besi dalam tubuh sebesar 3 - 4 gram. Sebagian besar (± 2 gram) terdapat dalam bentuk hemoglobin dan sebagian kecil (± 130 mg) dalam bentuk mioglobin. Simpanan besi dalam tubuh terutama terdapat dalam hati dalam bentuk feritin dan hemosiderin. Dalam plasma, transferin mengangkut 3 mg besi untuk dibawa ke sumsum tulang untuk eritropoesis dan mencapai 24 mg per hari. Sistem retikuloendoplasma akan mendegradasi besi dari eritrosit untuk dibawa kembali ke sumsum tulang untuk eritropoesis. Zat besi adalah mineral yang dibutuhkan untuk membentuk sel darah merah (hemoglobin). Selain itu, mineral ini juga berperan sebagai komponen untuk membentuk mioglobin (protein yang membawa oksigen ke otot), kolagen (protein yang terdapat di tulang, tulang rawan, dan jaringan penyambung), serta enzim. Zat besi juga berfungsi dalam sistem pertahanan tubuh.

Zat besi (Fe) berperan sebagai sebuah komponen yang membentuk *mioglobin*, yakni protein yang mendistribusikan oksigen menuju otot, membentuk enzim, dan kolagen. Selain itu, zat besi juga berperan bagi ketahanan tubuh.

3. Kebutuhan

Kebutuhan Zat Besi (Fe) di Masa Kehamilan

Kebutuhan *kandungan zat besi* (Fe) pada ibu hamil adalah sekitar 800 mg. Adapun kebutuhan tersebut terdiri atas 300 mg yang dibutuhkan untuk janin dan 500 gram untuk menambah masa hemoglobin maternal. Kelebihan sekitar 200 mg dapat diekskresikan melalui usus, kulit, dan urine. Pada makanan ibu hamil, tiap 100 kalori dapat menghasilkan sebanyak 8-10 mg Fe.

Untuk perhitungan makan sebanyak 3 kali, dengan kalori sebanyak 2500 kal dapat menghasilkan 20 - 25 mg zat besi setiap harinya. Selama masa kehamilan lewat perhitungan 288 hari, wanita hamil bisa menghasilkan zat besi sekitar 100 mg. Dengan demikian, kebutuhan Fe (zat besi) masih kurang pada wanita hamil sehingga membutuhkan asupan tambahan berupa tablet Fe.

Tablet zat besi (Fe) penting untuk ibu hamil karena memiliki beberapa fungsi berikut ini:

- Menambah asupan nutrisi pada janin,
- Mencegah anemia defisiensi zat besi,
- Mencegah pendarahan saat masa persalinan,
- Menurunkan risiko kematian pada ibu karena pendarahan pada saat persalinan.

Kebutuhan zat besi selama hamil yaitu rata-rata 800 mg - 1040 mg. Kebutuhan ini diperlukan untuk:

- \pm 300 mg diperlukan untuk pertumbuhan janin.
- \pm 50 - 75 mg untuk pembentukan plasenta.
- \pm 500 mg digunakan untuk meningkatkan massa haemoglobin maternal/sel darah merah.

- ± 200 mg lebih akan dieksresikan lewat usus, urin dan kulit.
- ± 200 mg lenyap ketika melahirkan.

Perhitungan makan 3 x sehari atau 1000 - 2500 kalori akan menghasilkan sekitar 10 - 15 mg zat besi perhari, namun hanya 1 - 2 mg yang diabsorpsi. Jika ibu mengkonsumsi 60 mg zat besi, maka diharapkan 6 - 8 mg zat besi dapat diabsorpsi, jika dikonsumsi selama 90 hari maka total zat besi yang diabsorpsi adalah sebesar 720 mg dan 180 mg dari konsumsi harian ibu.

Besarnya angka kejadian anemia ibu hamil pada trimester I kehamilan adalah 20 %, trimester II sebesar 70 %, dan trimester III sebesar 70 %. Hal ini disebabkan karena pada trimester pertama kehamilan, zat besi yang dibutuhkan sedikit karena tidak terjadi menstruasi dan pertumbuhan janin masih lambat. Menginjak trimester kedua hingga ketiga, volume darah dalam tubuh wanita akan meningkat sampai 35 %, ini ekuivalen dengan 450 mg zat besi untuk memproduksi sel-sel darah merah. Sel darah merah harus mengangkut oksigen lebih banyak untuk janin. Sedangkan saat melahirkan, perlu tambahan besi 300 - 350 mg akibat kehilangan darah. Sampai saat melahirkan, wanita hamil butuh zat besi sekitar 40 mg per hari atau dua kali lipat kebutuhan kondisi tidak hamil.

Masukan zat besi setiap hari diperlukan untuk mengganti zat besi yang hilang melalui tinja, air kencing dan kulit. Kehilangan basal ini kira-kira 14 ug per kg berat badan per hari atau hampir sama dengan 0,9 mg zat besi pada laki-laki dewasa dan 0,8 mg bagi wanita dewasa.

Kebutuhan zat besi pada ibu hamil berbeda pada setiap umur kehamilannya, pada trimester I naik dari 0,8 mg/hari, menjadi 6,3 mg/hari pada trimester III. Kebutuhan akan zat besi sangat menyolok kenaikannya. Dengan demikian kebutuhan zat besi pada trimester II dan III tidak dapat dipenuhi dari makanan saja, walaupun makanan yang dimakan cukup baik kualitasnya dan bioavailabilitas zat besi tinggi, namun zat besi juga harus disuplai dari sumber lain agar supaya cukup.

Penambahan zat besi selama kehamilan kira-kira 1000 mg, karena mutlak dibutuhkan untuk janin, plasenta dan penambahan volume darah ibu. Sebagian dari peningkatan ini dapat dipenuhi oleh simpanan zat besi dan peningkatan adaptif persentase zat besi yang diserap. Tetapi bila simpanan zat besi rendah atau tidak ada sama sekali dan zat besi yang diserap dari makanan sangat sedikit maka, diperlukan suplemen preparat besi. Untuk itu pemberian suplemen Fe disesuaikan dengan usia kehamilan atau kebutuhan zat besi tiap semester, yaitu sebagai berikut:

1. Trimester I: kebutuhan zat besi ± 1 mg/hari, (kehilangan basal 0,8 mg/hari) ditambah 30 - 40 mg untuk kebutuhan janin dan sel darah merah.
2. Trimester II: kebutuhan zat besi ± 5 mg/hari, (kehilangan basal 0,8 mg/hari) ditambah kebutuhan sel darah merah 300 mg dan conceptus 115 mg.
3. Trimester III: kebutuhan zat besi 5 mg/hari,) ditambah kebutuhan sel darah merah 150 mg dan conceptus 223 mg.

Berikut ini merupakan Angka Kebutuhan Gizi Untuk Zat Besi pada berbagai kelompok usia.

Angka Kecukupan Besi	
Umur (Tahun)	AKG Besi (mg)
10 - 12	20
13 - 49	26
50 - 65	12
Hamil (+ an)	
Trimester 1	+ 0
Trimester 2	+ 9
Trimester 3	+ 13

Tabel 2.7 AKG Besi pada Berbagai Kelompok Usia
(Sumber: Widiakarya Pangan dan Gizi Tahun 2013)

Besi dalam bentuk fero lebih mudah diabsorpsi maka preparat besi untuk pemberian oral tersedia dalam berbagai bentuk berbagai garam fero seperti fero sulfat, fero glukonat, dan fero fumarat. Ketiga preparat ini umumnya efektif dan tidak mahal. Di Indonesia, pil besi yang umum digunakan dalam suplementasi zat besi adalah ferrosus sulfat, senyawa ini tergolong murah dan dapat diabsorpsi sampai 20 %.

Memberikan preparat besi yaitu fero sulfat, fero glukonat atau Nafero bisirat. Pemberian preparat 60 mg/hari dapat menaikkan kadar Hb sebanyak 1 gr %/bulan. Saat ini program nasional menganjurkan kombinasi 60 mg besi dan 50 nanogram asam folat untuk profilaksis anemia. Dosis zat besi yang paling tepat untuk mencegah anemia ibu masih belum jelas, tetapi untuk menentukan dosis terendah dari zat besi untuk pencegahan defisiensi besi dan anemia defisiensi besi pada kehamilan telah dilakukan

penelitian pada wanita Denmark, suplemen 40 mg zat besi ferrous/hari dari 18 minggu kehamilan tampaknya cukup untuk mencegah defisiensi zat besi pada 90% perempuan dan anemia kekurangan zat besi pada setidaknya 95% dari perempuan selama kehamilan dan postpartum. Prevalensi anemia defisiensi besi pada 39 minggu kehamilan secara signifikan lebih tinggi pada kelompok 20 mg (10%) dibanding kelompok 40 mg (4,5%), kelompok 60 mg (0%), dan kelompok 80 mg (1,5%) ($p = 0,02$). Pada 32 minggu kehamilan, berarti Hb pada kelompok 20 mg lebih rendah dibanding kelompok 80 mg ($p = 0,06$). Tidak ada perbedaan yang signifikan dalam status besi (feritin, sTfR, dan Hb) antara kelompok 40, 60, dan 80 mg. Postpartum, kelompok 20 mg memiliki feritin serum rata-rata secara signifikan lebih rendah dibanding kelompok 40, 60 dan 80 mg ($p < 0,01$).

4. Efek Samping Pemberian Suplementasi Zat Besi

Pemberian zat besi secara oral dapat menimbulkan efek samping pada saluran gastrointestinal pada sebagian orang, seperti rasa tidak enak di ulu hati, mual, muntah dan diare. Frekuensi efek samping ini berkaitan langsung dengan dosis zat besi. Tidak tergantung senyawa zat besi yang digunakan, tak satupun senyawa yang ditolelir lebih baik daripada senyawa yang lain. Zat besi yang dimakan bersama dengan makanan akan ditolelir lebih baik meskipun jumlah zat besi yang diserap berkurang. Pemberian suplementasi Preparat Fe, pada sebagian wanita, menyebabkan sembelit. Penyulit ini dapat diredakan dengan cara memperbanyak minum, menambah konsumsi makanan yang kaya akan serat seperti roti, sereal, dan agar-agar.

Mual pada masa kehamilan adalah proses fisiologi sebagai dampak dari terjadinya adaptasi hormonal. Selain itu mual dapat terjadi pada ibu hamil sebagai efek samping dari minum tablet besi. Ibu hamil yang mengalami mual sebagai dampak kehamilannya dapat merasakan mual yang lebih parah dibandingkan dengan ibu hamil yang tidak mengalami keluhan mual sebelumnya. Ada beberapa cara yang dapat dilakukan untuk mengatasi mual akibat minum tablet besi. Salah satu cara yang dianjurkan untuk mengurangi mual sebagai efek samping dari mengonsumsi tablet besi adalah dengan mengurangi dosis tablet besi dari 1 x 1 tablet sehari menjadi 2 x ½ tablet sehari. Konsumsi tablet besi pada malam hari juga dilakukan para partisipan dalam upaya mencegah mual setelah minum tablet besi. Dalam penelitian ini tablet besi diminum pada malam hari agar tidak mengalami mual. Hal itu dilakukan atas anjuran petugas kesehatan.

Faktor yang Mempengaruhi Penyerapan Zat Besi Diperkirakan hanya 5 - 15 % besi makanan diabsorpsi oleh orang dewasa yang berada dalam status besi baik. Dalam keadaan defisiensi besi absorpsi dapat mencapai 50 %. Banyak faktor berpengaruh terhadap absorpsi besi. Bentuk besi di dalam makanan berpengaruh terhadap penyerapannya. Besi-hem, yang merupakan bagian dari hemoglobin dan mioglobin yang terdapat di dalam daging hewan dapat diserap dua kali lipat daripada besi non hem. Kurang lebih 40 % dari besi di dalam daging, ayam dan ikan terdapat besi-hem dan selebihnya sebagai non-hem. Besi-nonnhem juga terdapat di dalam telur, sereal, kacang-kacangan, sayuran hijau dan beberapa jenis buah-

buah. Makan besi-hem dan non-hem secara bersama dapat meningkatkan penyerapan besi-nonhem. Daging, ayam dan ikan mengandung suatu faktor yang membantu penyerapan besi. Faktor ini terdiri atas asam amino yang mengikat besi dan membantu penyerapannya. Susu sapi, keju, telur tidak mengandung faktor ini hingga tidak dapat membantu penyerapan besi. Asam organik, seperti vitamin C sangat membantu penyerapan besinonhem dengan merubah bentuk feri menjadi bentuk fero.

Seperti telah dijelaskan, bentuk fero lebih mudah diserap. Vitamin C disamping itu membentuk gugus besi-askorbat yang tetap larut pada pH tinggi dalam duodenum. Oleh karena itu sangat dianjurkan memakan makanan sumber vitamin C tiap kali makan. Asam organik lain adalah asam sitrat. Asam fitat dan faktor lain di dalam serat serelia dan asam oksalat di dalam sayuran menghambat penyerapan besi. Faktor-faktor ini mengikat besi, sehingga mempersulit penyerapannya. Protein kedelai menurunkan absorpsi besi yang mungkin disebabkan oleh nilai fitatnya yang tinggi. Karena kedelai dan hasil olahannya mempunyai kandungan besi yang tinggi, pengaruh akhir terhadap absorpsi besi biasanya positif. Vitamin C dalam jumlah cukup dapat melawan sebagian pengaruh faktor-faktor yang menghambat penyerapan besi ini. Tanin yang merupakan polifenol dan terdapat di dalam teh, kopi dan beberapa jenis sayuran dan buah juga menghambat absorpsi besi dengan cara mengikatnya. Bila besi tubuh tidak terlalu tinggi, sebaiknya tidak minum teh atau kopi waktu makan. Kalsium dosis tinggi berupa suplemen menghambat absorpsi besi, namun mekanismenya belum diketahui dengan pasti.

Tingkat keasaman lambung meningkatkan daya larut besi. Kekurangan asam klorida di dalam lambung atau penggunaan obat-obatan yang bersifat basa seperti antasid menghalangi absorpsi besi. Faktor intrinsik di dalam lambung membantu penyerapan besi, diduga karena hem mempunyai struktur yang sama dengan vitamin B12. Kebutuhan tubuh akan besi berpengaruh terhadap absorpsi besi. Bila tubuh kekurangan besi atau kebutuhan meningkat pada kondisi tertentu, absorpsi besi-nonhem dapat meningkat sampai sepuluh kali, sedangkan besi-hem dua kali.

Absorpsi dan transport absorpsi besi dari bahan makanan terjadi di duodenum dan jejunum proksimal. Bioavailabilitas besi heme lebih besar dibandingkan besi non heme. Besi heme berasal dari proteolisis hemoglobin dan mioglobin dalam saluran cerna. Besi heme akan berikatan dengan reseptor heme (heme binding protein/HasAh) pada membran apikal enterosit melalui mekanisme endositosis ke dalam endosom atau lisosom. Oleh enzim heme oksidase, besi heme dipecah menjadi ferro dan porfirin, namun mekanisme bagaimana ferro dibawa ke sitosol masih belum jelas dan diduga divalen metal ion transporter (DMT1) ikut berperan. Selanjutnya ferro disimpan dalam sitosol dalam bentuk feritin atau dibawa keluar enterosit melalui ferroportin (IRG1) ke darah dan diangkut oleh transferin plasma. Absorpsi ferri dalam usus diawali dengan reduksi ferri menjadi ferro oleh asam askorbat dan duodenal cytochrome B (DcytB/ferrireduktase pada permukaan eritrosit). Proses ini terjadi setelah ferri menempel pada enterosit. Ferro yang terbentuk akan diabsorpsi melalui

DMT1 dengan proton sebagai sumber energi. Selanjutnya ferro akan disimpan dalam dalam sitosol dalam bentuk feritin. Ferri memiliki kelarutan lebih rendah pada pH normal sampai basa dibandingkan ferro sehingga ferri lebih sukar diabsorpsi. Absorpsi ferri terjadi melalui beta 3 integrin dengan dibantu oleh faktor yang meningkatkan kelarutan ferri, yaitu musin, sitrat dan fumarat sehingga bioavailabilitasnya meningkat.

Beberapa besi dalam sitosol disimpan beberapa waktu dalam bentuk paraferitin yang terdiri dari 4 polipeptida antara lain integrin, mobilferin (calretikulin/rho), dan flavin monooksigenase. Kompleks ini terdiri atas 24 subunit feritin dan ribuan atom ferri. Ferri yang terdapat dalam kompleks ini dapat direduksi kembali menjadi ferro untuk selanjutnya digunakan. Bentuk simpanan besi dalam enterosit ini berperan dalam mengatur jumlah besi yang akan diabsorpsi mengingat umur enterosit hanya 2-3 hari.

Absorpsi besi dari bahan makanan dipengaruhi oleh kondisi saluran cerna dan kandungan bahan dalam makanan tersebut. Keasaman lambung dapat meningkatkan kelarutan besi sehingga akan meningkatkan bioavailabilitasnya. Dalam usus, absorpsi besi akan optimal pada pH 6.75. Bahan makanan yang mengandung polifenol atau pitat (inhibitor) dapat menghambat penyerapan besi, karena bahan tersebut akan mengikat besi dalam usus sehingga bersifat tidak larut dan menurunkan bioavailabilitasnya. Hal ini hanya terjadi pada besi non heme karena dalam bentuk besi bebas sehingga mudah diikat, sedangkan besi heme tidak dipengaruhi oleh inhibitor tersebut. Beberapa senyawa yang mempengaruhi absorpsi besi seperti pada tabel berikut ini.

Aktivasi	Inhibitor
Asam askorbat	Polifenol (grup galoil)
Daging	Pitat
Alkohol	Kalsium
	Mirisetin
	Asam klorogenik (kopi)

Tabel 2.8 Senyawa yang Mempengaruhi Absorpsi Besi

Transport besi dari dalam sitosol enterosit ke dalam darah melalui membran basolateral yang diperantarai oleh ferroportin (disebut juga IRG1, iron regulated transporter 1, metal transport protein 1 atau SLC40A1). Ferroportin terdapat pada semua jenis sel sehingga merupakan satu-satunya transport besi dari sel.

Ferroportin bersinergi dengan hephaestin (enzim ferrokسيدase yang mengandung kuprum) kemudian mengkonversi ferri menjadi ferro selanjutnya berikatan dengan plasma tranferin. Ferroportin merupakan pengatur transport besi dari enterosit. Umur enterosit yang relatif pendek (2-3 hari) menyebabkan feritin dalam enterosit akan terbuang bersama dengan lepasnya enterosit dalam feses. Keadaan ini menunjukkan bahwa jumlah ferroportin dalam enterosit sebanding dengan jumlah besi yang ditransport.

Sintesis ferroportin pada membran basolateral sel diatur oleh hepsidin (25 asam amino peptida dengan ikatan dipeptida) yang dihasilkan oleh sel hepatosit. Hepsidin akan mengatur absorpsi besi pada enterosit dengan cara berikatan dengan ferroportin sehingga menyebabkan ferroportin mengalami endositosis ke dalam sitosol,

selanjutnya ferroportin akan didegradasi. Berkurangnya jumlah ferroportin pada membran basolateral menyebabkan besi tidak dapat dibawa keluar sel dan akan didegradasi. Salah satu keadaan yang mempengaruhi sintesis hepsidin adalah kadar besi dalam darah, yang mana pada keadaan kadar besi rendah maka hepsidin sedikit dibentuk demikian juga sebaliknya.

5. Tablet Besi Berguna untuk Kesehatan Ibu dan Bayi

Proses haemodilusi yang terjadi pada masa hamil dan meningkatnya kebutuhan ibu dan janin, serta kurangnya asupan zat besi lewat makanan mengakibatkan kadar Hb ibu hamil menurun. Untuk mencegah kejadian tersebut maka kebutuhan ibu dan janin akan tablet besi harus dipenuhi. Anemia defisiensi besi sebagai dampak dari kurangnya asupan zat besi pada kehamilan tidak hanya berdampak buruk pada ibu, tetapi juga berdampak buruk pada kesejahteraan janin. Hal tersebut dipertegas dengan penelitian yang dilakukan yang menyatakan anemia defisiensi besi dapat menyebabkan gangguan pertumbuhan janin dan kelahiran prematur. Lebih lanjut dalam penelitiannya tentang mekanisme biologi dampak pemberian zat besi pada pertumbuhan janin dan kejadian kelahiran premature melaporkan anemia dan defisiensi besi dapat menyebabkan ibu dan janin menjadi stres sebagai akibat diproduksinya corticotropin-releasing hormone (CRH). Peningkatan konsentrasi CRH merupakan faktor risiko terjadinya kelahiran prematur, pregnancy-induced hypertension.

Gangguan pertumbuhan janin yang ditimbulkan tergantung pada periode pertumbuhan apa ibu mengalami

anemia. Penelitian yang dilakukan Georgieftt (2008) menyatakan kejadian defisiensi besi pada awal kehidupan janin berdampak pada gangguan neural, metabolisme monoamine dan proses myelinasi. Kebutuhan janin untuk pertumbuhan dan perkembangan intra uterin diperoleh janin dari nutrisi yang ada di tubuh ibunya. Kebutuhan janin ditransfer dari tubuh ibu melalui plasenta. Kebutuhan janin yang tidak terpenuhi dapat menyebabkan terganggunya pertumbuhan dan perkembangan janin.

Metabolisme tubuh membutuhkan oksigen agar dapat menghasilkan energi dan komponen lain yang dibutuhkan tubuh. Ketersediaan oksigen besi dalam tubuh ibu dapat dilihat dari adanya tanda dan gejala: letih, lemah, lesu, pusing dan mudah lupa sebagai akibat tidak terbentuknya energi secara optimal.

6. Anemia pada Kehamilan

Anemia adalah kondisi ibu dengan kadar haemoglobin (Hb) dalam darahnya kurang dari 12 gr %. Sedangkan anemia dalam kehamilan adalah kondisi ibu dengan kadar haemoglobin di bawah 11 gr % pada trimester I dan III atau kadar < 10,5 gr % pada trimester II.

Anemia yang sering dijumpai pada wanita hamil adalah anemia karena kekurangan zat besi. Anemia defisiensi besi merupakan anemia yang terjadi karena kurangnya zat besi dalam tubuh, sehingga kebutuhan zat besi (Fe) untuk eritropoesis tidak cukup, yang ditandai dengan gambaran sel darah merah hipokrom-mikrositer, kadar besi serum (Serum Iron = SI) dan transferin menurun, kapasitas ikat besi total (Total Iron Binding Capacity/TIBC) meninggi dan

cadangan besi dalam sumsum tulang serta di tempat yang lain sangat kurang atau tidak ada sama sekali. Banyak faktor yang dapat menyebabkan timbulnya anemia defisiensi besi, antara lain, kurangnya asupan zat besi dan protein dari makanan, adanya gangguan absorpsi di usus, perdarahan akut maupun kronis, dan meningkatnya kebutuhan zat besi seperti pada wanita hamil, masa pertumbuhan, dan masa penyembuhan dari penyakit

7. Anemia Defisiensi Besi pada Kehamilan

Anemia defisiensi besi pada wanita hamil merupakan problema kesehatan yang dialami oleh wanita diseluruh dunia terutama dinegara berkembang. Badan kesehatan dunia (World Health Organization/WHO) melaporkan bahwa prevalensi ibu-ibu hamil yang mengalami defisiensi besi sekitar 35 - 75 % serta semakin meningkat seiring dengan pertambah usia kehamilan.

Menurut WHO 40 % kematian ibu di negara berkembang berkaitan dengan anemia pada kehamilan dan kebanyakan anemia pada kehamilan disebabkan oleh defisiensi besi dan perdarahan akut, bahkan tidak jarang keduanya saling berinteraksi. Upaya pencegahan telah dilakukan dengan pemberian tablet besi selama kehamilan. Akan tetapi, hasilnya belum memuaskan. karena dalam kehamilan, terjadi peningkatan absorpsi dan kebutuhan besi yang mana total besi yang dibutuhkan adalah sekitar 1000 mg. Kebutuhan yang tinggi yang mana cadangan besi pada tubuh kosong maka hal ini tidak dapat dipenuhi melalui diet besi harian dan juga oleh besi suplemen.

Menurut teori tersebut, suplemen besi seharusnya diberikan pada periode sebelum hamil untuk mengantisipasi rendahnya cadangan besi tubuh. Kegagalan ini mungkin diakibatkan oleh rendahnya bahkan kosongnya cadangan besi tubuh sewaktu pra-hamil, terutama di negara sedang berkembang. Oleh karena itu, suplemen besi yang hanya diberikan waktu kehamilan tidak cukup untuk mencegah terjadinya anemia defisiensi besi.

8. Gejala Anemia Defisiensi Besi

Gejala anemia defisiensi besi dapat digolongkan menjadi 3 golongan besar, yaitu gejala umum anemia, gejala khas akibat defisiensi besi, gejala penyakit dasar:

- a. Gejala umum anemia berupa badan lemah, lesu, cepat lelah, mata berkunang-kunang, serta telinga berdenging. Anemia bersifat simtomatik jika hemoglobin telah turun di bawah 7 g/dl. Pada pemeriksaan fisik dijumpai pasien yang pucat, terutama pada konjungtiva dan jaringan di bawah kuku.
- b. Gejala khas defisiensi besi, khas dijumpai pada defisiensi besi, tetapi tidak dijumpai pada anemia jenis lain adalah koilonychia, atrofi papil lidah, stomatitis angularis, disfagia, atrofi mukosa gaster sehingga menimbulkan akhloridia, pica.
- c. Gejala penyakit dasar, yaitu pada anemia defisiensi besi dapat dijumpai gejala-gejala penyakit yang menjadi penyebab anemia defisiensi besi tersebut. Misalnya pada anemia akibat cacing tambang dijumpai dispepsia, parotis membengkak, dan kulit telapak tangan berwarna kuning seperti jerami.

Gejala anemia pada kehamilan yaitu ibu mengeluh cepat lelah, sering pusing, palpitasi, mata berkunang-kunang, malaise, lidah luka, nafsu makan turun (anoreksia), konsentrasi hilang, napas pendek (pada anemia parah) dan keluhan mual muntah lebih hebat pada hamil muda, perubahan jaringan epitel kuku, gangguan sistem neurumuskular, lesu, lemah, lelah, disphagia dan pembesaran kelenjar limpa.

9. Patofisiologi Defisiensi Besi

Pada ibu hamil darah akan bertambah banyak dalam kehamilan yang lazim disebut hidremia atau hipervolemia. Akan tetapi, bertambahnya sel darah kurang dibandingkan dengan bertambahnya plasma sehingga terjadi pengenceran darah. Perbandingan tersebut adalah sebagai berikut: plasma 30 %, sel darah 18 % dan haemoglobin 19 %. Bertambahnya darah dalam kehamilan sudah dimulai sejak kehamilan 10 minggu dan mencapai puncaknya dalam kehamilan antara 32 dan 36 minggu. Secara fisiologis, pengenceran darah ini untuk membantu meringankan kerja jantung yang semakin berat dengan adanya kehamilan.

Perubahan hematologi sehubungan dengan kehamilan adalah oleh karena perubahan sirkulasi yang makin meningkat terhadap plasenta dan pertumbuhan payudara. Volume plasma meningkat 45 - 65 % dimulai pada trimester ke II kehamilan, dan maksimum terjadi pada bulan ke-9 dan meningkatnya sekitar 1000 ml, menurun sedikit menjelang aterm serta kembali normal 3 bulan setelah partus.

10. Dampak Anemia Defisiensi Besi pada Ibu Hamil

Anemia defisiensi besi dapat berakibat fatal bagi ibu hamil karena ibu hamil memerlukan banyak tenaga untuk melahirkan. Setelah itu, pada saat melahirkan biasanya darah keluar dalam jumlah banyak sehingga kondisi anemia akan memperburuk keadaan ibu hamil. Kekurangan darah dan perdarahan akut merupakan penyebab utama kematian ibu hamil saat melahirkan.

Penyebab utama kematian maternal antara lain perdarahan pascapartum (di samping eklampsia dan penyakit infeksi) dan plasenta previa yang kesemuanya bersumber pada anemia defisiensi. Ibu hamil yang menderita anemia gizi besi tidak akan mampu memenuhi kebutuhan zat-zat gizi bagi dirinya dan janin dalam kandungan. Oleh karena itu, keguguran, kematian bayi dalam kandungan, berat bayi lahir rendah, atau kelahiran prematur rawan terjadi pada ibu hamil yang menderita anemia gizi besi.

Anemia pada ibu hamil bukan tanpa risiko. Menurut penelitian, tingginya angka kematian ibu berkaitan erat dengan anemia. Anemia juga menyebabkan rendahnya kemampuan jasmani karena sel-sel tubuh tidak cukup mendapat pasokan oksigen. Pada wanita hamil, anemia meningkatkan frekuensi komplikasi pada kehamilan dan persalinan. Risiko kematian maternal, angka prematuritas, berat badan bayi lahir rendah, dan angka kematian perinatal meningkat. Di samping itu, perdarahan antepartum dan postpartum lebih sering dijumpai pada wanita yang anemis dan lebih sering berakibat fatal, sebab wanita yang anemis tidak dapat mentolerir kehilangan darah.

Soeprono menyebutkan bahwa dampak anemia pada kehamilan bervariasi dari keluhan yang sangat ringan hingga terjadinya gangguan kelangsungan kehamilan (abortus, partus imatur/prematur), gangguan proses persalinan (inertia, atonia, partus lama, perdarahan atoni), gangguan pada masa nifas (subinvolusi rahim, daya tahan terhadap infeksi dan stres kurang, produksi ASI rendah), dan gangguan pada janin (abortus, dismaturitas, mikrosomi, BBLR, kematian perinatal, dan lain-lain).

Salah satu efek Anemia defisiensi besi (ADB) adalah kelahiran prematur yang mana hal ini berasosiasi dengan masalah baru seperti berat badan lahir rendah, defisiensi respon imun dan cenderung mendapat masalah psikologik dan pertumbuhan. Apabila hal ini berlanjut maka hal ini berkorelasi dengan rendahnya IQ dan kemampuan belajar. Semua hal tersebut mengakibatkan rendahnya kualitas sumber daya manusia, produktivitas dan implikasi ekonomi. Cara penanganannya dengan memberikan tablet besi folat selama 90 hari berturut-turut pada masa kehamilan.

11. Penyebab Kekurangan Zat Besi

Beberapa hal yang menyebabkan defisiensi zat besi adalah kehilangan darah, misalnya dari uterus atau gastrointestinal seperti ulkus peptikum, karsinoma lambung, dan lain-lain. Dapat juga disebabkan karena kebutuhan meningkat seperti pada ibu hamil, malabsorpsi dan diet yang buruk. Kekurangan zat besi menyebabkan anemia defisiensi besi. Terjadinya anemia defisiensi besi juga dapat disebabkan oleh beberapa faktor, diantaranya kurangnya kandungan zat besi dalam makanan sehari-hari, penyerapan zat besi dari makanan yang

sangat rendah, adanya zat-zat yang menghambat penyerapan zat besi, dan adanya parasit di dalam tubuh seperti cacing tambang atau cacing pita, diare, atau kehilangan banyak darah akibat kecelakaan atau operasi.

Sumber lain mengatakan bahwa etiologi anemia defisiensi besi pada kehamilan, yaitu:

- a. Hipervolemia, menyebabkan terjadinya pengenceran darah.
- b. Pertambahan darah tidak sebanding dengan pertambahan plasma.
- c. Kurangnya zat besi dalam makanan.
- d. Kebutuhan zat besi meningkat.
- e. Gangguan pencernaan dan absorpsi.

Pada ibu hamil, beberapa faktor risiko yang berperan dalam meningkatkan prevalensi anemia defisiensi zat besi, antara lain:

- 1) Umur ibu < 20 tahun dan > 35 tahun. Wanita yang berumur kurang dari 20 tahun atau lebih dari 35 tahun, mempunyai risiko yang tinggi untuk hamil. Karena akan membahayakan kesehatan dan keselamatan ibu hamil maupun janinnya, berisiko mengalami pendarahan dan dapat menyebabkan ibu mengalami anemia. Wintrobe (1987) menyatakan bahwa usia ibu dapat mempengaruhi timbulnya anemia, yaitu semakin rendah usia ibu hamil maka semakin rendah kadar hemoglobinnya. Muhilal dkk. (1991) dalam penelitiannya menyatakan bahwa terdapat kecenderungan semakin tua umur ibu hamil maka presentasi anemia semakin besar.

- 2) Pendarahan akut.
- 3) Pendidikan rendah.
- 4) Pekerja berat.
- 5) Konsumsi tablet tambah darah < 90 butir.
- 6) Makan < 3 kali dan kurang mengandung zat besi.

6. Kalsium

Kalsium adalah mineral yang paling banyak terdapat dalam tubuh, 40 % dari seluruh 2 peranan fisiologik yang penting dalam tubuh. Di dalam tulang, garam-garam kalsium berperan menjaga integritas struktur kerangka, sedangkan di dalam cairan ekstraselluler dan sitosol, Ca^{2+} sangat berperan pada berbagai proses biokimia tubuh. Kedua kompartemen tersebut selalu berada dalam keadaan yang seimbang.

Kalsium memegang peranan penting dalam berbagai proses fungsi fisiologis di dalam tubuh yaitu proses pembekuan darah, bersama dengan natrium dan kalium mempertahankan potensial membran, transduksi sinyal antara reseptor hormon, eksitabilitas neuromuskuler, integritas membran sel, reaksi-reaksi enzimatis, proses neurotransmisi, membentuk struktur tulang dan sebagai cadangan kalsium tubuh. Kadar kalsium dalam plasma ditentukan oleh absorpsi kalsium pada saluran cerna, resorpsi kalsium pada tulang dan pengeluaran kalsium melalui tinja, urin, dan keringat. Pengaturan keseimbangan kalsium dipengaruhi oleh hormon paratiroid, kalsitonin dan vitamin D18. Untuk mempertahankan kadar kalsium plasma dalam kadar yang tetap diperlukan interaksi beberapa proses yaitu:

- a. **Absorpsi**
Asupan kalsium yang berasal dari makanan akan diabsorpsi sebagian besar pada bagian proximal usus halus. Apabila dalam makanan mengandung 1000 mg kalsium (sesuai dengan kebutuhan sehari) 300 mg akan diabsorpsi oleh saluran cerna dan 700 mg sisanya tidak diabsorpsi yang selanjutnya akan diekskresi melalui feses. Absorpsi akan meningkat pada masa pertumbuhan, ibu hamil dan menyusui. Absorpsi pada saluran cerna dipengaruhi oleh metabolisme aktif vitamin D (1,25 D₂) dan hormon paratiroid.
- b. **Ekskresi Kalsium melalui urin rata-rata 100-400 mg/hari**, kalsium yang difiltrasi glomerulus sebagian besar diabsorpsi kembali pada bagian proximal tubulus renalis loop henle dan sedikit pada bagian distal tubulus renalis.
- c. **Keseimbangan pembentukan dan resorpsi tulang**
- d. **Regulasi hormonal**
 - 1) **Hormon paratiroid** Hormon paratiroid berfungsi untuk mempertahankan kadar kalsium dalam cairan ekstraseluler dengan mekanisme umpan balik.
 - 2) **Vitamin D** Bentuk aktif vitamin D yang disebut dengan 1,25 dihidroxykolekalsiferol (1,25-(OH)₂D₃) secara langsung mempengaruhi absorpsi kalsium di usus bersama dengan hormon paratiroid bekerja secara sinergis meningkatkan resorpsi kalsium dari tulang.
 - 3) **Kalsitonin**
Kalsitonin merupakan hormon polipeptida

yang mempunyai sifat yang berlawanan dengan hormon paratiroid, yaitu menyebabkan efek hipokalsemia. Sekresi kalsitonin berbanding lurus dengan kadar kalsium 12 plasma secara langsung dapat meningkatkan kadar kalsitonin. Kalsium didalam plasma terdapat dalam 3 bentuk yaitu kalsium yang terionisasi (50 %), kalsium yang terikat protein (40 %) dan kalsium yang berikatan dengan ion organik atau kompleks (10 %). Kalsium yang terionisasi (Ca^{2+}) merupakan bentuk aktif. Kalsium terikat protein (albumin) merupakan sumber penting untuk penyediaan Ca^{2+} siap pakai. Sehingga kadar albumin dalam plasma mempengaruhi kadar kalsium total dalam plasma. Setiap penurunan 1 mg/dL albumin akan mengakibatkan penurunan kalsium total sebesar 0,8 mg/dL. Kalsium yang diperlukan untuk proses biologis adalah kalsium dalam bentuk ion bebas.

Nilai normal kadar kalsium adalah sebagai berikut: kalsium total 8,9 - 10,9 mg/dL (2,2 - 2,5 mmol/L), kalsium yang terikat protein 4,1 - 4,7 mg/dL (1,0 - 1,2 mmol/L); kalsium yang terionisasi 4,1 - 4,7 mg/dL (1,0 - 1,2 mmol/L); kalsium kompleks 0,7 - 0,8 mg/dL (0,18 - 0,2 mmol/L). Nilai untuk kalsium total di bawah 8,9 mg/dL (2,2 mmol/L) menunjukkan hipokalsemia dan nilai di atas 10,1 mg/dL (2,5 mmol/L) menunjukkan hiperkalsemia.

1. Metabolisme Kalsium dalam Kehamilan

Dalam masa kehamilan terjadi peningkatan kebutuhan kalsium. Janin memerlukan 300 mg kalsium perhari pada akhir kehamilan. Hormon paratiroid berperan meningkatkan absorpsi kalsium di usus untuk memenuhi kebutuhan tersebut. Pada saat kehamilan kadar kalsium dalam serum akan menurun namun kadar kalsium yang terionisasi tidak berubah. Perkembangan janin membutuhkan keseimbangan kalsium ibu, selama kehamilan khususnya pada akhir kehamilan. Kurang lebih 200 mg/hari kalsium tersimpan dalam tulang janin pada trimester 3 dengan jumlah keseluruhan mencapai ± 30 gram. Dengan demikian dibutuhkan penyesuaian metabolisme ibu selama kehamilan untuk mengadakan kompensasi terhadap kebutuhan kalsium janin.

Selama kehamilan kadar kalsium total dalam serum turun akibat dari kadar albumin yang turun selama kehamilan akan tetapi kadar kalsium yang terionisasi tidak mengalami perubahan rerata kadar kalsium total darah pada wanita. Hasil akan menurun sesuai dengan bertambahnya umur kehamilan yaitu: trimester I: $9,6 \pm 0,26$ mg/dL, trimester II: $9,12 \pm 0,28$ mg/dL, dan pada trimester III: $8,92 \pm 0,32$ mg/dL^{20,21}. Ekskresi kalsium dalam urin pada akhir usia kehamilan meningkatkan 2 kali lipat dibandingkan tidak hamil. Hiperkalsiuria dalam kehamilan disebabkan oleh karena meningkatnya absorpsi kalsium oleh saluran pencernaan dan peningkatan laju filtrasi glomerulus. Dalam keadaan hamil secara fisiologis terjadi penurunan kadar kalsium total dalam serum, walaupun demikian kadar kalsium yang terionisasi tidak mengalami perubahan, guna memenuhi kebutuhan kalsium selama

kehamilan maka tubuh mengadakan penyesuaian dengan meningkatkan absorpsi kalsium di usus. Peningkatan absorpsi kalsium sebabkan oleh karena terjadi peningkatan 1,25 dihidroksi vitamin D (1,25 D₃) sampai 2 kali lipat dibandingkan wanita tidak hamil dengan meningkatnya (1,25 D₃) menyebabkan absorpsi kalsium oleh usus meningkat sampai 0,8 - 1,5 gr per hari.

Status nutrisi dan asupan kalsium sangat penting selama kehamilan yang akan berefek pada kelahiran dan kondisi post partum pada ibu dan bayi. Tubuh ibu hamil mampu menyediakan 50 sampai dengan 300 mg per hari Ca²⁺ untuk perkembangan tulang fetus. Suplemen kalsium pada kehamilan mempengaruhi sistem kontrol kardiovaskular menghasilkan penurunan tekanan darah pada bayi. Secara kontras pada beberapa studi ditemukan asupan suplemen kalsium sebanyak 2 gram setiap hari tidak berpengaruh menurunkan insiden atau beratnya hipertensi dalam kehamilan. Vitamin D (cholecalciferol) faktor utama dalam absorpsi kalsium dan metabolismenya. Cholecalciferol dibentuk oleh kulit selama terpapar oleh sinar matahari (radiasi ultraviolet), dan juga diabsorpsi dari makanan. Absorpsi cholecalciferol diubah di dalam hati menjadi 25(OH) cholecalciferol atau 25(OH)D, dan kemudian di hidroksilasi oleh 1 α - hydroxylase dalam ginjal menjadi 1,25 dihydroxycholecalciferol atau 1,25(OH)₂D₃, bentuk paling aktif dari group vitamin D. 1,25(OH)₂D₃ dilepaskan dalam aliran darah dan didistribusikan ke target organ 1,25 (OH)₂D₃ dipicu oleh respon genomik melakukan difusi dalam sitoplasma dan terikat kuat pada reseptor vitamin D, yang memicu transkripsi dan translation

meliputi bermacam-macam protein formasi tulang. 1,25 (OH)₂D₃ juga meliputi respon nongenomik meningkatkan Ca²⁺ intraselluler. Memicu transport Ca²⁺ dari intestinum dan tubulus renal. Konsentrasi yang kecil akan memicu kalsifikasi tulang, konsentrasi yang menambah resorpsi tulang. Reseptor Vitamin D juga terdapat pada plasenta. Kadar 1,25 (OH)₂D₃ meningkat selama kehamilan melalui peningkatan aktivitas 1 α hydroxylase dan produksi plasenta.

Permintaan vitamin D meningkat selama kehamilan, dan hubungan antara kekurangan vitamin D dan peningkatan tekanan darah, berhubungan dengan hipertensi dalam kehamilan perlu percobaan yang lebih teliti lagi. Beberapa studi menunjukkan bahwa sirkulasi kadar 1,25- (OH)₂D₃ pada maternal dan tali pusat rendah pada PE dibandingkan normotensi.

Vitamin D merupakan istilah genetik untuk sekelompok seko- ateroid lemak dengan aktivitas vitamin D. Terutama yang paling penting adalah vitamin D₃ (kolekalsiferol), 25-hidroksivitamin D₃ (kalsidiol), dan 1,25-dihidroksivitamin D₃ (kalsitriol) merupakan bentuk aktif secara metabolic yang paling penting kalsitriol (hormon stiroid) bekerja sebagai ligan untuk reseptor ini (VDR) yang membentuk dimer (VDR/RXR) dengan reseptor X retinoid (RXR) dan mengontrol ekspresi gen pada banyak jaringan. Dengan mekanisme ini kalsitriol meningkatkan diantaranya aktivitas protein transfor pengikat kalsium dalam usus halus (kalbindin) dan aktivitas osteoblast dalam tulang.

Gen Vitamin D Reseptor atau vitamin D (1,25-dihidroksivitamin D₃). Reseptor yang terletak diinti berbagai sel tubuh manusia. Gen VDR ketika berfungsi dengan

baik memainkan peran yang sangat penting yang mana akan mentranskripsi ratusan gen. Tubuh mengontrol aktivitas VDR melalui regulasi metabolit vitamin D, yang mana pada 25-dihidroksivitamin D3 (25-OH-D3) bersifat antagonis atau berfungsi untuk menginaktivasi reseptor VDR sementara 1,25-dihidroksivitamin D3 (1,25-OH₂-D3) bersifat agonis atau berfungsi untuk mengaktifkan reseptor VDR.

Selama dekade terakhir perspektif tentang bagaimana vitamin D mempengaruhi kesehatan manusia telah berubah secara dramatis didasarkan pada temuan bahwa vitamin D reseptor (VDR) dan vitamin D mengaktifkan enzim 1- α -hidroksilase (CYP27B1) yang ada dalam beberapa jenis sel yang tidak terlibat dalam tulang dan metabolisme mineral, seperti usus, pankreas, prostat dan sel-sel sistem kekebalan tubuh. Hal ini menunjukkan dampak penting dari vitamin D pada aspek yang lebih luas dari kesehatan manusia daripada yang dikenal sebelumnya.

Masuknya kuman patogen ketubuh manusia menyebabkan tubuh mengadakan respon imun. Respon imun tersebut dimodulasi oleh gen vitamin D Receptor (VDR). Ketika terkena infeksi dan kerusakan, terutama yang disebabkan oleh patogen, tubuh mulai mengubah bentuk tidak aktif 25-OH-D3 menjadi bentuk yang aktif berupa 1,25-OH₂-D3. Dengan terjadinya peningkatan konsentrasi dalam seluler 1,25-OH₂-D3 menyebabkan gen VDR aktif.

Vitamin D Reseptor (VDR) dikenal karena hubungannya dengan metabolisme tulang. Termasuk penyerapan kalsium usus. Vitamin D diperlukan untuk pertumbuhan yang sehat dan kuat, memelihara konsentrasi kalsium dan fosfor di dalam tubuh. Vitamin D penting sekali

bagi bayi dan anak kecil yang tulang-tulangnya sedang tumbuh dengan cepat. Vitamin D juga memperkuat sistem kekebalan tubuh, mencegah dari beberapa jenis kanker, depresi, penyakit jantung ibu hamil membutuhkan kalsium untuk pembentukan tulang dan gigi, membantu pembuluh darah berkontraksi dan berdilatasi serta mengantarkan sinyal saraf, kontrakso otot dan sekresi hormon, kebutuhan kalsium ibu hamil sekitar 1000 mg perhari

Vitamin D memiliki efek langsung pada tulang, dan metabolisme aktif mengatur diferensiasi, proliferasi dan migrasi osteoblas dan kondrosit dari lempeng pertumbuhan epifisis, sel yang menentukan pertumbuhan skeletal. Vitamin D mempengaruhi metabolisme tulang secara tidak langsung melalui mengatur kalsium dan homeostatis fosfat melalui stimulasi dari penyerapan usus dari ion ini. Kekurangan vitamin D menyebabkan kegagalan pertumbuhan seperti yang terlihat pada rakhitis. Vitamin D diyakini mempengaruhi pertumbuhan intra-uterine, dan bayi yang lahir kadar vitamin D nya rendah, menunjukkan hambatan pertumbuhan postnatal Tulang tidak dapat tumbuh secara sempurna tanpa suplai kalsium yang cukup, fosfor dan komponen anorganik lain seperti magnesium dan mangan. Pembentukan tulang diawali dalam embrio dan berlangsung selama hidup. Kalsium berperan dalam mineralisasi tulang, pengenalan sel dan kontraksi otot. Vitamin D menstimulasi absorpsi kalsium dan usus halus dan reabsorpsi kalsium pada ginjal. Jika vitamin D sangat sedikit maka suplai kalsium dan fosfor dalam aliran darah tidak cukup sehingga tulang yang lunak (*softened bones*) menjadi distorsi dan berat badan menurun.

Vitamin D mengatur diferensiasi dan proliferasi sel yang bertanggung jawab untuk pertumbuhan somatik rangka dan keseluruhan, dan tikus yang kekurangan vitamin D Reseptor (VDR) mengalami kelambatan pertumbuhan. Beberapa laporan menunjukkan bahwa varian gen VDR umumnya berhubungan dengan pertumbuhan bayi awal dan ukuran tulang.

Kekurangan vitamin D, baik yang dihasilkan dari kekurangan asupan vitamin D dari makanan dan kekurangan makanan paparan sinar matahari atau dari cacat bawaan dalam sintesis 1,25-dihydroxyvitamin D, terkait dengan kegagalan pertumbuhan. Studi eksperimental pada tikus dengan ablasi VDR yang ditargetkan menunjukkan perkembangan hiperparatiroidisme sebagai respon terhadap hipokalsemia, dan tikus ini gagal untuk tumbuh secepat seperti mereka yang VDRnya cukup, beratnya 10 % lebih sedikit dan memiliki tibia sekitar 15 % lebih pendek dari femur setelah 91 hari usia.

2. Kalsium pada Preeklamsia

Regulasi kalsium intraseluler memainkan peran kunci dalam hipertensi. Hipertensi diperkirakan merupakan 5 % dari komplikasi seluruh kehamilan dan 11 % terjadi pada usia kehamilan awal. Wanita hamil yang berkembang menjadi preeklamsia berat memiliki intake kalsium yang rendah dibandingkan dengan wanita tensi normal. Menariknya dari 12 data klinikal trial, termasuk beberapa penelitian, dengan kesimpulan bahwa suplemen Ca^{2+} dapat menurunkan risiko dalam hipertensi dalam kehamilan sebesar 50 %. Kematian maternal dan

kesakitan yang serius juga menurun. Studi eksperimental menunjukkan efek menguntungkan dari asupan Ca^{2+} selama kehamilan. Selama kehamilan kekurangan asupan Ca akan mengakibatkan penurunan kadar Ca^{2+} plasma dan penurunan aliran darah uteri, kenaikan tekanan darah dan peningkatan protein urin: semua symptom tersebut ada pada PE.

Intake Ca^{2+} pada kehamilan normal tikus berhubungan dengan peningkatan efek tekanan dari Ang II. Juga, pada kehamilan normal dan tidak hamil tikus, pada diet tinggi Ca^{2+} berhubungan dengan reduksi tekanan darah dan melemahkan/menipiskan reaktivitas vascular smooth muscle in vitro. Pada tingkat seluler, mekanisme melemahkan kelihatannya meliputi endothelial 18 sel-tergantung NO — alur guanylate cyclase. Level terendah dari maternal total kalsium berhubungan dengan peningkatan permintaan fetal kalsium dan berhubungan dengan peningkatan maternal oestrogen yang menghalangi resorpsi. Sebagai mekanisme kompensatori produksi parathormon meningkatkan intestinal absorpsi tetapi di waktu yang bersamaan meningkatkan intraseluler ion Ca^{2+} bebas yang menyebabkan vasokonstriksi dan peningkatan tekanan darah.

Suplemen kalsium menurunkan keadaan hiperparatiroid yang pada akhirnya menurunkan kalsium intraseluler dan tekanan darah. Pada kehamilan aterm, fetus mengambil hampir 30 gram kalsium dari kalsium ibu, yang diambil dari tulang ibu, apabila asupan kalsium ibu rendah.

Kalsium yang rendah penyebab tekanan darah tinggi yang dipicu oleh pelepasan hormon paratiroid atau renin

yang menyebabkan peningkatan kalsium intraseluler pada vascular smooth muscle dan memicu vasokonstriksi. Aksi dari suplemen kalsium menurunkan pelepasan paratiroid dan intraseluler kalsium dan menyebabkan penurunan kontraktilitas smooth muscle. Dengan mekanisme yang sama suplemen kalsium juga menurunkan kontraksi smooth muscle uterus dan mencegah kelahiran preterm serta persalinan. Beberapa studi menunjukkan kadar plasma Ca^{2+} menurun sedikit pada kehamilan normal dan menurun tajam pada preeklamsia.

PTH dan kalsitonin tidak banyak berubah dari kadar nonpregnant, dan meningkat dan menurun dalam ekskresi renal Ca^{2+} pada kehamilan normal dan preeklamsia. Studi lain menyebutkan tidak ada perbedaan pada kalsitonin pada umur kehamilan trimester ketiga pada preeklamsia dan kehamilan normal. Studi eksperimental menunjukkan total plasma Ca^{2+} pada tikus dengan kehamilan yang normal dibandingkan tidak hamil. Pada konsentrasi ion Ca^{2+} plasma total lebih rendah pada kehamilan dengan hipertensi dibandingkan hamil normal.

Ion Ca^{2+} intra seluler adalah regulator utama fungsi sel vaskuler. Homeostasis Ca^{2+} diregulasi oleh mobilisasi Ca^{2+} dan mekanisme ektrusi Ca^{2+} . Mekanisme mobilisasi Ca^{2+} termasuk melepaskannya dari intraseluler, dan influx Ca^{2+} dari ruangan ekstraseluler melalui pintu voltagell, pintu ligand dan tempat chanel Ca^{2+} . Ekses Ca^{2+} diambil oleh Ca-ATPase pada membran intraseluler, atau keluar melalui plasma lemmal Ca-ATPase dan $\text{Na}^{+} / \text{Ca}^{2+}$. Regulasi Ca^{2+} agak berbeda dalam adaptasi sel vaskuler untuk fungsi sel spesifik. Selama aktivasi sel, Ca^{2+} dilepaskan dari

cadangan intraseluler melalui channel IP₃-sensitif Ca²⁺ dan ryanodine-sensitif Ca²⁺ - menginduksi mekanisme pelepasan Ca²⁺. Ca²⁺ masuk ke dalam sel melalui gerbang voltage, gerbang-ligand, cadangan operasional dan channel non-spesifik. Peningkatan Ca²⁺ memicu respon spesifik pada sel darah merah, platelet, sel imun, sel endothelial, dan vascular smooth muscle sel. Ketika sel distimulus untuk berpindah, Ca²⁺ kembali ke level normal melalui pompa Ca²⁺ -ATPase dan perubahan Na/Ca, juga pompa Na/K dan perubahan Na/H memberikan potensial efek pada membran dan PH intraseluler serta merubah respon Ca²⁺.

Kehamilan normal berhubungan dengan peningkatan ekspresi dan aktivasi Ca²⁺ tergantung NOS dan COX, memicu peningkatan NO dan PGI₂. NO dan PGI₂ berperan pada VSMNO dan PGI₂ berperan pada VSM menyebabkan peningkatan cGMP dan cAMP, yang mengaktivasi Ca²⁺-dan VSM mekanisme relaksasi, meningkatnya EDHF selama kehamilan menyebabkan hiperpolarisasi dan menghambat Ca²⁺ masuk melalui gerbang voltage channel. Pada preeklamsia, penurunan bioavailability menyebabkan peningkatan ROS menyebabkan berkurangnya relaksasi VSM. Juga melepaskan faktor bioaktif seperti sitokin dari plasenta dan sumber lainnya yang menyebabkan peningkatan pelepasan faktor kontraksi pada endothelium seperti ET-1 dan TXA₂ dan Ang II yang memicu vasokonstriksi, meningkatnya resisten vaskuler dan tekanan darah. [Ca²⁺]_{bebas intraseluler} tergantung masuknya Ca²⁺ melewati channel membran, pompa Ca²⁺ dan melepaskan Ca²⁺ penyimpanan ekstra seluler. Ca²⁺ masuk melalui kation channel meliputi:

- a. Agonis atau reseptor aktif kation channel 24 meliputi phospholipase C, tetapi ke hilir pembawa pesan kedua tidak jelas.
- b. Amiloride-Chanel sensitif dapat meregulasi kation fluks melewati barrier darah.
- c. Redok nonselektif chanel kation yang diaktifasi oleh stres oksidatif dan dapat ditembus Na^+ , K^+ dan juga Ca^{2+} .
- d. Nukleotida siklik gerbang chanel. Non-selektif chanel kation adalah mekanosensitif dan meningkatkan Ca^{2+} bebas intraseluler dalam respon meningkatkan tekanan atau meningkatkan aliran.

Stres oksidatif merupakan kondisi ketidakseimbangan antara ROS (Reactive Species) sebagai radikal bebas dan antioksidan sebagai mekanisme Oxygen pertahanan. ROS (superoksida dan H_2O_2) memiliki fungsi sebagai molekul signaling pada berbagai respon aspek faktor pertumbuhan termediasi termasuk angiogenesis yang merupakan proses formasi pembuluh darah baru. Pada kadar jumlah yang tinggi dapat menyebabkan apoptosis dan stres oksidatif dan pada kadar rendah diproduksi sebagai respon terhadap faktor pertumbuhan, hipoksia jaringan, berfungsi sebagai signaling molecule untuk mediasi proliferasi dan migrasi sel endotelial yang berkontribusi dalam angiogenesis. Angiogenesis growth faktor seperti VEGF dan angiopoietin-1 menginduksi migrasi endotelial sel dan atau proliferasi melalui peningkatan ROS untuk menghasilkan formasi pembuluh kapiler baru.

Sistem NADPH oksidase merupakan sumber O_2^- di dinding pembuluh darah, terdapat di sel endotelial, sel otot halus, fibroblas, dan monosit/makrofak penyusup.

Enzim NADPH oksidase merupakan enzim yang dapat menghasilkan ROS dan memiliki peran penting dalam patofisiologis kardiovaskular. Peningkatan aktivitas NADPH oksidase akan meningkatkan konsentrasi ROS di dalam tubuh sehingga terjadi stres oksidatif yang menginduksi plasenta untuk melepaskan faktor-faktor inflamasi sitokin, faktor antiangiogenik, hancuran apoptotik. Faktor-faktor tersebut akan berujung pada peningkatan respon inflamasi maternal dan disfungsi endotelial.

Kekuatan mekanikal juga berefek pada channel penyebab perubahan pada K^+ dan Cl^- membran potensial dan voltage gate- Ca channel. Penyimpanan atau kapasitasi masuknya Ca^{2+} dikontrol oleh tingkatan pengisian dari cadangan intraseluler Ca^{2+} dan merupakan alur utama untuk masuknya Ca^{2+} selama stimulasi agonis. Channel ini lebih selektif untuk Ca^{2+} dan beberapa mengikuti channel transient reseptor potensial yang memberi kode TRPCs. Dua hal penyebab kenaikan Ca^{2+} agonist selektif channel yang diaktivasi oleh ATP dan bradykinin. Ca^{2+} juga menyebabkan masuk ECs melalui mode $-reversell$ pertukaran Na^+ / Ca^{2+} yang mereduksi gradient Na mengizinkan lebih banyak Ca^{2+} bebas intraseluler masuk dan meningkat. Perubahan fungsi vaskuler memainkan peran penting dalam kontrol resistensi vaskuler dan tekanan darah. Sedikit sekali diketahui tentang mekanisme kontraksi vaskuler, relaksasi, dan remodeling selama kehamilan dan PE. Konsentrasi intraseluler Ca bebas $[Ca^{2+}]$ memainkan peran utama dalam regulasi fungsi sel, termasuk sel darah dan vaskuler. Peningkatan Ca^{2+} dalam endothelial sel memicu produksi substansi vasokonstriktor seperti ET-1, TXA₂, dan Ang II.

Kontraksi Vaskuler smooth muscle dipicu oleh peningkatan Ca^{2+} . Ion Ca^{2+} bebas intraseluler adalah determinan utama sifat vaskuler. Masuknya Ca^{2+} ke dan dari sitosol VSM diregulasi dari pelepasan Ca^{2+} dari cadangan intraseluler, Ca^{2+} masuk dari tempat ekstraseluler melalui mekanisme ekstruksi Ca^{2+} . Pada kondisi istirahat, membukanya chanel K dengan ijin keluarnya K^{+} dari sel dengan hyperpolarisasi. Membrane sel VSM dan menutup VGCCs. Pompa $\text{Na}^{+}/\text{K}^{+}$ -ATPase juga membuat hiperpolarisasi membran dan kedepannya counter regulasi VGCCs. Selama aktivasi VSM, peningkatan $[\text{Ca}^{2+}]$ diinisiasi oleh ip_3 merangsang pelepasan Ca^{2+} dan ryanodine merangsang 25 mekanisme pelepasan Ca^{2+} . Vasokonstriktor juga menstimulasi Ca^{2+} masuk melalui gerbang ligand dan VGCCs.

Faktor relaksing dilepaskan dari aksi ECs di VSM dan menghambat fosfolipase C_3 . Banyak studi menyarankan suplemen kalsium berkisar antara range 375 - 2000 mg, memberikan manfaat selama kehamilan. Kekurangan kalsium dapat meningkatkan risiko preeklamsia terutama diantara para wanita muda. Suplemen kalsium dapat menurunkan insidensi preeklamsia.

Kalsium merupakan mineral yang paling banyak terdapat di dalam tubuh yaitu 1.5-2 % dari berat badan orang dewasa. Di dalam tubuh manusia terdapat kurang lebih 1 kg kalsium (Granner, 2003), dari jumlah ini 99 % berada di dalam jaringan keras, yaitu tulang dan gigi terutama dalam bentuk hidroksiapatit $\{ (3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{Ca}(\text{OH})_2) \}$. Kalsium tulang berada dalam keadaan seimbang dengan kalsium plasma pada konsentrasi kurang lebih 2,25-2,60 mmol/l (9-10,4 mg/100ml).

3. Manfaat Kalsium Bagi Ibu Hamil

Kalsium adalah salah satu jenis mineral yang dibutuhkan tubuh untuk membentuk kekuatan pada tulang dan gigi. Selain itu kalsium juga memiliki peran yang penting untuk mendukung kesehatan otot tubuh, sistem syaraf, dan kesehatan jantung. Konsumsi berbagai jenis makanan yang mengandung kalsium tinggi akan meningkatkan kesehatan secara umum. Mineral kalsium akan disimpan dalam tulang namun mineral ini akan keluar lewat aliran darah jika dibutuhkan oleh tubuh. Jadi, tetap penting untuk menyimpan cadangan kalsium dari berbagai jenis makanan.

4. Fungsi Kalsium dalam Kontraksi Otot Polos

Kalsium pada otot pembuluh dalam mengendalikan dan mengurangi kontraksi-vasokonstriksi, sehingga tekanan darah dapat dikendalikan bersama dengan vasokonstriktor lainnya.

5. Fungsi dan Peranan Kalsium

Kalsium mempunyai peran penting di dalam tubuh yaitu dalam pembentukan tulang dan gigi, dalam pengaturan fungsi sel pada cairan ekstraselluler dan intraselluler, seperti untuk transmisi saraf. Kontraksi otot, penggumpalan darah dan menjaga permeabilitas membran sel. Selain itu, kalsium juga mengatur pekerjaan hormon-hormon dan faktor pertumbuhan.

Pembentukan tulang, Almatzier menyebutkan bahwa kalsium dalam tulang mempunyai dua fungsi:

- a) Sebagai bagian integral dari struktur tulang,
- b) Sebagai tempat penyimpanan kalsium.

6. Sumber Kalsium

Sumber utama kalsium dalam makanan terdapat pada susu dan hasil olahannya, seperti keju atau yoghurt. Sumber kalsium selain susu juga penting untuk memenuhi kebutuhan kalsium, baik yang berasal dari hewani atau nabati. Sumber kalsium yang berasal dari hewani atau nabati. Sumber kalsium yang berasal dari hewani, seperti sarden, ikan yang dimakan dengan tulang, termasuk ikan kering merupakan sumber kalsium yang baik.

Sumber kalsium yang berasal dari nabati, seperti sereal, kacang-kacangan dan hasil olahan kacang-kacangan, tahu dan tempe dan sayuran hijau merupakan sumber kalsium yang baik juga, tetapi bahan makanan ini mengandung banyak zat yang menghambat penyerapan kalsium seperti serat, fitat dan oksalat.

7. Akibat Kekurangan Kalsium

Kurang asupan kalsium dapat berakibat buruk terhadap tubuh, akibat defisiensi kalsium adalah sebagai berikut.

- a. Osteoporosis adalah kondisi yang mana tulang menjadi kurang kuat, mudah bengkok dan rapuh sehingga mudah mengalami fraktur. Osteoporosis dapat dipercepat oleh keadaan stres sehari-hari. Osteoporosis lebih banyak pada wanita daripada laki-laki dan lebih banyak pada orang kulit putih daripada kulit berwarna.

b. Hipertensi

Beberapa studi membuktikan peranan bahan makanan sumber kalsium dalam mengatur tekanan darah.

c. Kanker kolon

Meningkatkan konsumsi kalsium dapat mengurangi risiko terkena kanker kolon yaitu dengan mengurangi konsentrasi asam empedu bebas fekal dan asam lemak bebas, sehingga mengurangi sitotoksitas. Selain itu suplemen kalsium dapat mengurangi risiko kanker kolon dengan mengurangi proliferasi sel epitel kolon.

8. Akibat Kelebihan Kalsium

Kelebihan konsumsi kalsium dapat menyebabkan gangguan ginjal, di samping itu juga dapat menyebabkan konstipasi (susah buang air besar).

9. Pembantu Absorpsi Kalsium

Absorpsi kalsium dipengaruhi oleh banyak faktor, diantaranya kalsium hanya bisa diabsorpsi bila terdapat dalam bentuk larut air dan tidak mengendap karena unsur makanan lain seperti oksalat. Kalsium yang tidak diabsorpsi dikeluarkan melalui feses. Jumlah kalsium yang dieksresi melalui urin mencerminkan jumlah kalsium yang diabsorpsi.

10. Penghambat Absorpsi Kalsium

Asam oksalat yang terdapat dalam bayam dan sayuran lain serta cokelat dapat membentuk garam oksalat yang tidak larut sehingga menghambat absorpsi kalsium. Alkohol menghambat enzim yang dapat mengaktifkan Vitamin D, sehingga penyerapan kalsium terganggu, faktor lainnya adalah ketidakstabilan emosi yang dapat mempengaruhi efisiensi absorpsi kalsium seperti stres emosional, tekanan dan kecemasan. Suatu penelitian menunjukkan bahwa pada kelompok wanita muda yang mengalami stres emosional, kebutuhan intake kalsium lebih tinggi untuk mempertahankan keseimbangan kalsium daripada kelompok yang lebih bahagia dan santai. Selain itu obat jenis kortikosteroid, fosfor yang terkandung dalam minuman bersoda dan makanan olahan, konsumsi tinggi serat juga dapat menurunkan absorpsi kalsium.

Umur	Asupan Optimal Kalsium Perhari (mg)
Bayi	
0 - 6 bulan	400
6 bulan - 1 tahun	600
Anak-anak	
1 - 5 tahun	800
6 - 10 tahun	800 - 1200
Remaja	
11 - 24 tahun	1200 - 1500
Laki-laki	
25 - 65 tahun	1000
> 65 tahun	1500

Wanita	
25 - 50 tahun	1000
> 50 tahun (postmenopause)	
dengan terapi estrogen	1000
tanpa terapi estrogen	1500
> 65 tahun	1500
Hamil dan menyusui	1200 - 1500

Tabel 2.9 AKG Kalsium pada Berbagai Kelompok Usia

(Sumber: Report Brief, Dietary Reference intakes for Calcium (Food and Nutrition Board, institute of Medicine, national Academy press, Washinton , D.C, 30 November 2010 dikutip dari Abrams, Steven, 2011).

7. Mangan

Mangan adalah salah satu jenis mineral yang penting untuk tubuh manusia, tetapi hanya dibutuhkan dalam jumlah kecil. Mineral ini diperlukan dalam banyak fungsi tubuh, termasuk metabolisme asam amino, kolesterol, glukosa, dan karbohidrat. Selain itu, mangan juga berperan dalam pembentukan tulang, pembekuan darah, dan mengurangi peradangan. Mangan tidak dapat secara langsung dihasilkan oleh tubuh manusia. Biasanya mangan tersimpan di hati, pankreas, tulang, ginjal, dan otak. Perlu Anda ketahui, jika mangan adalah mineral penting yang bisa didapatkan dari beberapa sumber makanan.

Makanan yang Mengandung Mangan

Mangan adalah nutrisi penting yang umumnya bersumber dari biji-bijian. Sedangkan dalam jumlah yang

lebih kecil, mineral ini terkandung dalam kacang-kacangan, beras merah, sayuran hijau, roti gandum, dan teh. Khusus untuk bayi, mereka bisa mendapatkan mangan dari ASI dan susu formula berbahan dasar kedelai. Kekurangan mangan memang jarang terjadi. Apabila hal ini terjadi, dokter akan meresepkan suplemen mangan dan merekomendasikan konsumsi berbagai makanan di atas. Tanda-tanda kekurangan mangan meliputi gangguan pertumbuhan, masalah kesuburan, perubahan metabolisme karbohidrat dan lemak, bahkan kelainan tulang.

Manfaat dan Kegunaan Mangan Bagi Tubuh

Meskipun beracun pada tingkat tinggi, mangan memiliki peran penting dalam beberapa fungsi tubuh, termasuk menjaga kesehatan tulang dan pemrosesan gula darah. Beberapa manfaat dan kegunaan mangan dalam tubuh, di antaranya sebagai berikut.

1. Memperkuat Tulang

Mangan sangat penting untuk kesehatan tulang, termasuk pengembangan dan pemeliharaan tulang. Ketika dikombinasikan dengan nutrisi kalsium, zink dan tembaga, mangan dapat meningkatkan kepadatan mineral tulang. Hal ini sangat penting pada orang dewasa, terlebih lagi untuk Lansia. Sebuah penelitian menunjukkan bahwa sekitar 50 persen wanita pascamenopause dan 25 persen pria berusia 50 atau lebih tua, akan menderita patah tulang terkait osteoporosis. Namun, dengan memanfaatkan mangan yang dikombinasikan bersama kalsium, zink, dan

tembaga, dapat membantu mencegah osteoporosis dan mengurangi risiko banyak penyakit lainnya.

2. Berperan dalam Mengatur Gula Darah

Bagi penderita diabetes, mangan dapat berperan dalam menurunkan kadar gula darah. Sebuah studi di tahun 2014 yang berlangsung di Korea Selatan, menemukan bahwa orang dengan diabetes memiliki kadar mangan yang lebih rendah di dalam tubuh mereka. Studi lain yang dilakukan pada tikus, menunjukkan bahwa mangan membantu pankreas menghasilkan insulin, yaitu hormon yang dihasilkan oleh tubuh untuk mengatur gula darah. Mengonsumsi suplemen mangan dapat membantu penderita diabetes menghasilkan lebih banyak insulin secara alami, tetapi diperlukan lebih banyak penelitian pada manusia untuk memastikan efek ini.

3. Membantu Penyembuhan Luka

Seperti yang dilakukan oleh vitamin K, mangan membantu proses pembekuan darah, yang mana hal tersebut merupakan tahap pertama dari penyembuhan luka. Jadi, memiliki kadar mangan yang cukup dalam tubuh dapat membantu meminimalisir atau menghentikan kehilangan darah ketika seseorang memiliki luka terbuka.

4. Mengobati Epilepsy

Epilepsy disebabkan oleh penurunan aliran darah ke otak Anda. Dalam hal ini, kegunaan mangan sebagai vasodilator, yang artinya membantu memperbesar pembuluh darah untuk secara efisien membawa darah

ke jaringan seperti otak. Kadar mangan yang cukup dalam tubuh Anda dapat membantu meningkatkan aliran darah dan mengurangi risiko beberapa kondisi kesehatan seperti stroke.

5. Mengontrol Metabolisme Tubuh

Mengatur metabolisme tubuh adalah salah satu fungsi terpenting mangan. Enzim yang diaktifkan mangan berguna untuk memetabolisme kolesterol, asam amino, dan karbohidrat. Mangan juga mampu memaksimalkan kinerja fungsi hati. Nutrisi ini dapat membantu dalam memetabolisme glutamin (asam amino) yang merupakan bagian kesatuan dari DNA polimerase.

6. Mengurangi Sindrom PMS

Banyak wanita menderita berbagai gejala pada waktu-waktu tertentu dalam siklus menstruasi mereka, di antaranya kecemasan, kram, rasa sakit, perubahan suasana hati, dan bahkan depresi. Penelitian menunjukkan bahwa menggabungkan manfaat mangan dan kalsium dapat membantu mengurangi sindrom pramenstruasi (PMS). Wanita yang memiliki kadar mangan darah rendah mengalami lebih banyak rasa sakit dan gejala yang berhubungan dengan suasana hati selama pramenstruasi. Namun, ketika dikombinasikan dengan kalsium, mangan dapat bertindak sebagai obat alami untuk mengurangi sindrom PMS.

7. **Baik untuk Kesehatan Tiroid**

Mangan adalah faktor penting untuk berbagai enzim, seperti tiroksin atau hormon vital lainnya yang ada dalam kelenjar tiroid. Penting untuk menjaga fungsi kelenjar tiroid agar terhindar dari masalah kesehatan karena tiroid berguna untuk menjaga nafsu makan, metabolisme, berat badan, dan efisiensi sistem organ. Itulah beberapa manfaat mangan yang mungkin sebelumnya belum pernah anda ketahui. Semoga informasi di atas bermanfaat untuk menjaga kesehatan tubuh Anda.

8. **Khasiat Mangan Penting bagi Ibu Hamil**

Mangan merupakan sebagian kecil mineral yang ada di dalam tubuh manusia. Meskipun begitu, mangan diperlukan, terutama untuk ibu hamil agar janinnya berkembang dengan baik. Fungsi mangan di antaranya adalah pembentukan tulang, dan jaringan ikat. Selain itu, untuk ibu, mangan dibutuhkan untuk metabolisme lemak dan karbohidrat, serta penyerapan kalsium dan regulasi gula darah. Manfaat lain yang diberikan oleh mineral ini adalah fungsi saraf yang baik pada janin. *The American Diet* mengatakan bahwa makanan yang mengandung mangan adalah biji-bijian. Untuk lebih lengkapnya, simak ulasan berikut agar Bunda lebih mengenal manfaat dari mangan.

9. **Mencegah Osteoporosis**

Ibu hamil yang kekurangan kalsium dan mangan akan cenderung lebih cepat osteoporosis dini. Studi membuktikan bahwa kombinasi antara kalsium dan mangan dapat membantu mengurangi keropos pada

tulang dan menguatkan tulang yang telah terbentuk di usia 7 bulan. Oleh sebab itu, ibu hamil perlu mengonsumsi makanan yang mengandung mangan sejak kehamilan di trimester pertama.

10. Mencegah Diabetes

Ibu hamil yang kelebihan gula darah akan mengakibatkan janin dalam kandungan susah bernafas. Di usia kandungan yang memasuki 7 bulan paru-paru telah berfungsi dengan baik dan ia sudah mulai bisa bernapas. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa orang yang menderita diabetes memiliki sedikit kandungan mangan. Oleh sebab itu, untuk mengontrol jumlah gula darah, sebaiknya konsumsi mineral ini secara rutin.

11. Membantu Metabolisme

Mangan merupakan salah satu mineral yang membantu metabolisme di dalam tubuh. Mangan adalah enzim aktif yang membantu metabolisme glutamin, kolesterol, asam amino, dan karbohidrat. Mineral ini juga sangat penting untuk memetabolisme vitamin E dan B1. Selain itu, fungsi lainnya adalah membantu hati agar bisa berjalan dengan baik.

12. Kesehatan Otak dan Sistem Saraf

Pada janin, mangan berfungsi untuk mengembangkan otak dan sistem sarafnya. Hal ini dikarenakan karena adanya superoksida dismutasi pada mangan yang melunturkan radikal bebas di seluruh tubuh termasuk jaringan saraf. Radikal bebas pada tubuh ibu akan dibasmi oleh mangan agar tidak ikut terserap oleh

janin. Nah, agar Bunda bisa merasakan manfaat dari mineral mangan, sebaiknya konsumsi juga bayam, jeruk, biji-bijian, sayuran berdaun hijau, alpukat, dan rumput laut. Makanan-makanan tersebut merupakan sumber mangan tertinggi.

Makanan yang Mengandung Mangan Tertinggi

Mangan atau dalam bahasa Inggris disebut dengan *Manganese* adalah mineral yang dibutuhkan oleh tubuh manusia untuk perkembangan tulang, membantu proses pencernaan makanan, penyembuhan luka, membantu aktivasi enzim, penyerapan nutrisi dan meningkatkan metabolisme tubuh. Kekurangan atau defisiensi mangan (meskipun jarang terjadi) akan mengakibatkan nyeri otot, masalah kesuburan dan gangguan pada tulang. Sebaliknya kelebihan mangan akan mengakibatkan keracunan dan gangguan neurologis.

Angka kebutuhan gizi mangan per hari adalah sekitar 2 mg. Makanan yang mengandung mangan tertinggi adalah Kerang dengan kandungan mangannya sebanyak 6,8 mg pada setiap 100 gramnya atau sekitar 340 % dari angka kebutuhan gizi harian tubuh kita. Di urutan kedua adalah hazelnuts yang mengandung 5,6 mg pada setiap 100 gramnya. Sedangkan makanan yang mengandung Mangan tertinggi ketiga adalah biji labu kuning yang mengandung sebanyak 4,5 mg mangan pada setiap 100 gram atau sekitar 227 % dari AKG harian.

10 Makanan yang Mengandung Mangan Tertinggi

Berikut ini adalah daftar 10 Makanan yang mengandung mangan tertinggi beserta kandungannya pada setiap 100 gram makanan tersebut.

- 1) Kerang (mussel)
Kandungan mangan dalam 100 gram: 6.8 mg Daily value (DV); 340 %.
- 2) Hazelnut
Kandungan mangan dalam 100 gram: 5.6 mg Daily value (DV); 278 %.
- 3) Biji labu kuning
Kandungan mangan dalam 100 gram: 4,5 mg Daily value (DV); 227 %.
- 4) Roti gandum utuh (bread whole wheat)
Kandungan mangan dalam 100 gram: 2.1 mg Daily value (DV); 107 %.
- 5) Kacang mentega (lima bean)
Kandungan mangan dalam 100 gram: 1.3 mg Daily value (DV); 63 %.
- 6) Tahu (tofu)
Kandungan mangan dalam 100 gram: 1,2 mg Daily value (DV); 59 %.
- 7) Ikan kakap putih (bass fish)
Kandungan mangan dalam 100 gram: 1.1 mg Daily value (DV); 57 %.
- 8) Beras merah (brown rice)
Kandungan mangan dalam 100 gram: 1,1 mg Daily value (DV); 55 %.

- 9) Sayur bayam (spinach)
Kandungan mangan dalam 100 gram: 0.9 mg Daily value (DV); 47 %.
- 10) Teh (Tea)
Kandungan mangan dalam 100 gram: 0,2 mg Daily value (DV); 11 %.

Kandungan Mangan pada Biji Labu Kuning

- Kandungan mangan pada biji labu kuning dalam 100 gram ada 4.5 mg Daily Value yaitu ada 227 % dari angka kecukupan gizi per hari.
- Kandungan mangan pada biji labu kuning kering mencapai 4,543 U = USDA (U.S. Department of Agriculture)

8. Magnesium

Magnesium adalah mineral yang dibutuhkan dalam perkembangan struktur tulang manusia. Zat mineral ini juga amat penting dalam metabolisme tubuh. Magnesium berfungsi untuk membantu mengatasi konstipasi dan gejala dispepsia. Magnesium juga punya peran vital bagi ibu hamil untuk menjaga kondisi kandungan tetap sehat. Selain itu magnesium berguna untuk mencegah nyeri punggung dan kram, sekaligus mencegah serangan jantung. Magnesium juga berguna untuk mencegah diabetes dan mengatur tingkat kadar gula agar tetap normal. Manfaat lainnya adalah menjaga fungsi normal saraf dan otot, membantu meningkatkan sistem imun, sekaligus menjaga detak jantung normal.

Mekanisme Interaksi penting antara ion fosfat dan magnesium membuat magnesium menjadi esensial untuk kimia asam nukleat pada semua sel organisme hidup yang diketahui. Lebih dari 300 enzim memerlukan ion magnesium untuk aksi katalitiknya, termasuk semua enzim yang menggunakan atau mensintesis ATP dan enzim yang menggunakan nukleotida lainnya untuk mensintesis DNA dan RNA. Molekul ATP normalnya ditemukan sebagai khelat dengan ion magnesium.

Sumber Makanan, Asupan yang Disarankan, dan Suplementasi

Rempah-rempah, kacang-kacangan, sereal, coklat dan sayuran merupakan sumber kaya magnesium. Sayuran berdaun hijau seperti bayam juga kaya magnesium. Di Inggris, nilai harian yang direkomendasikan untuk magnesium adalah 300 mg untuk pria dan 270 mg untuk wanita. Di A.S. *Recommended Dietary Allowance* (RDA) adalah 400 mg untuk pria berusia 19 - 30 dan 420 mg untuk yang lebih tua; untuk wanita 310 mg untuk usia 19-30 dan 320 mg untuk yang lebih tua.

Tersedia sejumlah bentuk sediaan farmasi magnesium dan suplemen makanan. Dalam dua percobaan pada manusia, magnesium oksida adalah salah satu bentuk paling umum dalam suplemen diet magnesium karena kandungan magnesium per beratnya tinggi, namun ketersediaan hayatinya lebih rendah daripada magnesium sitrat, klorida, laktat atau aspartat.

Metabolisme

Orang dewasa memiliki 22 - 26 gram magnesium, dengan 60 % pada skeleton, 39 % intrasel (20 % pada otot rangka), dan ekstrasel 1 %. Tingkat serum biasanya 0,7 - 1,0 mmol/L atau 1,8 - 2,4 mEq/L. Tingkat magnesium serum bisa normal meski magnesium intrasel kurang. Mekanisme untuk mempertahankan tingkat magnesium dalam serum adalah berbagai penyerapan gastrointestinal dan ekskresi renal. Magnesium intrasel berkorelasi dengan kalium intrasel. Peningkatan magnesium menurunkan kalsium dan dapat mencegah hiperkalsemia atau menyebabkan hipokalsemia tergantung pada tingkat awal. Baik kondisi asupan protein rendah maupun tinggi menghambat penyerapan magnesium, begitu pula jumlah fosfat, fitat [en], dan lemak di usus. Magnesium diet yang tidak terserap diekskresikan melalui feses; magnesium yang diserap diekskresikan melalui urin dan keringat.

Deteksi dalam Serum dan Plasma

Status magnesium dapat diperiksa dengan mengukur konsentrasi magnesium serum dan eritrosit yang digabungkan dengan kandungan magnesium urin dan feses, namun uji magnesium intravena lebih akurat dan praktis. Retensi 20% atau lebih dari jumlah yang disuntikkan menunjukkan defisiensi. Belum ada biomarker untuk magnesium.

Konsentrasi magnesium dalam plasma atau serum dapat digunakan untuk memantau kemanjuran dan keamanan obat terapeutik, untuk mengkonfirmasi diagnosis pada korban keracunan, atau untuk membantu investigasi forensik dalam kasus overdosis fatal. Anak-anak yang baru

lahir dari ibu yang menerima magnesium sulfat parenteral selama persalinan mungkin menunjukkan toksisitas dengan kadar magnesium serum normal.

Defisiensi

Magnesium plasma rendah (hipomagnesemia) umum terjadi: ditemukan pada 2,5 - 15 % populasi umum. Penyebab utama kekurangan adalah asupan makanan yang rendah: kurang dari 10 % orang di Amerika Serikat memenuhi kecukupan diet yang direkomendasikan. Penyebab lainnya adalah peningkatan kehilangan dari ginjal atau usus, peningkatan pergeseran intrasel, dan terapi antasida inhibitor pompa proton. Sebagian besar bersifat asimtomatik, namun gejala yang merujuk pada neuromuskular, kardiovaskular, dan disfungsi metabolik dapat terjadi. Alkoholisme sering dikaitkan dengan defisiensi magnesium. Tingkat magnesium serum yang kronis rendah dikaitkan dengan sindrom metabolik, diabetes melitus tipe 2, fasikulasi, dan hipertensi.

Terapi

- Magnesium intravena direkomendasikan oleh ACC/AHA/ESC 2006 Guidelines for Management of Patients With Ventricular Arrhythmias dan Prevention of Sudden Cardiac Death untuk pasien dengan aritmia ventrikel yang terkait dengan torsades de pointes yang hadir dengan sindrom QT panjang; dan untuk pengobatan pasien dengan aritmia yang diinduksi digoxin.
- Magnesium sulfat - intravena - digunakan untuk mengelola pre-eklampsia dan eklampsia.

- Hipomagnesemia, termasuk yang disebabkan oleh alkoholisme, dapat dipulihkan dengan pemberian magnesium oral atau parenteral tergantung pada tingkat defisiensinya.
- Terdapat bukti terbatas bahwa suplementasi magnesium dapat berperan dalam pencegahan dan pengobatan migrain.

Jenis garam magnesium berdasarkan aplikasi terapeutik adalah sebagai berikut:

1. Magnesium sulfat, sebagai heptahidratnya yang disebut garam Epsom, digunakan sebagai garam mandi, laksatif, dan pupuk yang sangat mudah larut.
2. Magnesium hidroksida, yang tersuspensi dalam air, digunakan dalam antasida susu magnesia dan laksatif.
3. Magnesium klorida, oksida, glukonat, malat, orotat, glisinat, askorbat dan sitrat semuanya digunakan sebagai suplemen magnesium oral.
4. Magnesium borat, magnesium salisilat, dan magnesium sulfat digunakan sebagai antiseptik.
5. Magnesium bromida digunakan sebagai sedatif ringan (aksi ini lebih dikarenakan bromidanya, bukan magnesiumnya).
6. Magnesium stearat adalah serbuk putih yang mudah terbakar dengan sifat pelumasan. Dalam teknologi farmasi, ia digunakan dalam pabrik farmasi untuk mencegah agar tablet tidak lengket pada peralatan ketika zat penyusun dikompresi ke dalam bentuk tablet.

7. Serbuk magnesium karbonat digunakan oleh atlet seperti atlet senam, atlet angkat besi, dan pendaki untuk menghilangkan keringat telapak tangan, mencegah lengket, dan memperbaiki genggaman pada peralatan senam, batang angkat besi, dan batu pendakian.

Overdosis

Overdosis dari sumber makanan saja tidak mungkin karena kelebihan magnesium dalam darah segera disaring oleh ginjal, dan overdosis lebih mungkin terjadi dengan adanya gangguan fungsi ginjal. Meskipun demikian, terapi megadosis telah menyebabkan kematian pada anak kecil, dan hipermagnesemia parah pada wanita dan anak perempuan yang memiliki ginjal sehat. Gejala overdosis yang paling umum adalah mual, muntah, dan diare; gejala lainnya meliputi hipotensi, kebingungan, detak jantung dan laju pernafasan melambat, defisiensi mineral lainnya, koma, aritmia jantung, dan kematian akibat serangan jantung.

BAB III

PERAN BIJI LABU KUNING PADA KESEHATAN

A. Hipertensi

Hipertensi adalah meningkatnya tekanan darah dan menetap di atas dari batasan yang disepakati. Batasan tekanan darah normal apabila tekanan darah sistolik kurang dari 140 mmHg dan atau tekanan darah diastole kurang dari 90 mmHg (Julianty P, 2010). Meningkatnya tekanan darah selain dipengaruhi oleh faktor keturunan. beberapa penelitian menunjukkan erat hubungannya dengan perilaku responden. Perilaku sedentari yang digambarkan dengan digambarkan dengan adanya kemudahan akses, kurang aktivitas fisik, ditambah dengan semakin semaraknya makanan siap saji, kurang mengonsumsi makanan berserat seperti buah dan sayur, kebiasaan merokok dan kebiasaan minum alkohol merupakan faktor risiko meningkatnya tekanan darah. Faktor lain yang juga merupakan pemicu meningkatnya tekanan darah adalah bertambahnya tingkat persaingan hidup di perkotaan, seperti tingginya pengangguran, kemiskinan, kepadatan hunian yang dapat menyebabkan gangguan mental, emosional dan semakin meningkatnya status disabilitas (Patrick R, Steffen, Timothy B. dkk, 2006).

Hasil Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) menunjukkan bahwa kejadian hipertensi di Indonesia memiliki tren yang cukup menarik. Pada tahun 2007, Riskesdas menemukan

prevalensi hipertensi sebesar 31,7 % (Litbangkes, Laporan Riset Kesehatan Dasar Tahun 2007, 2007). Angka tersebut menurun pada tahun 2013 menjadi 25,8 % (Litbangkes, Riset Kesehatan Dasar, 2013). Sayangnya, berdasarkan hasil survey Riskesdas tahun 2018, angka tersebut melonjak naik mencapai 34,1 %. (Litbangkes, Hasil Utama Riskesdas 2018, 2018). Sementara itu, kecenderungan genetik terhadap peningkatan risiko terinfeksi SARS-CoV-2 pada penderita diabetes melitus, hipertensi, penyakit jantung dan stroke pada otak (Fang, Karakiulakis & Roth, 2019).

Salah satu bahan alami yang memiliki potensi sebagai antihipertensi adalah biji labu kuning. Dalam 100 g biji *labu kuning* mengandung mineral makro yang cukup tinggi yaitu kalori 559 kkal, protein 30,23 g, lemak 49,05 g, karbohidrat 10,71 g, dan gula 5,30 g, selain itu kandungan lain pada 100 g biji labu kuning adalah, zink sebesar 7,81 mg, kalsium 40 mg, pospor 1,233 mg, besi 8,82 mg, magnesium 592 mg dan beberapa vitamin di dalamnya termasuk asam folat, niacin, pirodoksin, riboflavin, thimine, vitamin A, vitamin C, dan vitamin E, serta sodium dan potasium yang masing-masing sebesar 7 mg dan 809 mg (Patel, 2014).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa biji labu kuning mengandung senyawa alkaloid, triterpenoid, steroid, dan fenolhidrokuinon. Ekstrak etil asetat biji labu kuning berefek antioksidan dalam meredam radikal bebas DPPH dengan nilai IC50 sebesar 453,35 µg/ml. Selain itu, ekstrak etil asetat biji labu kuning dapat menghambat bakteri (Rustina, 2016). Penelitian yang dilakukan oleh peneliti menemukan bahwa dalam 100 gram biji labu kuning mengandung 35.30 % protein, 36.30 % lemak, 6.02 % karbohidrat, 14.20 serat %,

vitamin C 0.10%, vitamin A, 6.5 mg, kalsium 573.03 ppm, copper 3.10 ppm, Fe 104, 38 ppm, zink 68.87 ppm, fosfor 0.17%, magnesium 0, 33% dan manganese 119, 48 ppm. (Syam, Kurniati Y, Zaenal, Puspitasari, Khaerani, 2019).

Banyak studi menunjukkan bahwa kandungan antioksidan pada ekstrak biji labu dapat memperbaiki fertilitas, mencegah atherosclerosis (pengerasan pembuluh darah), tekanan darah tinggi dan penyakit jantung dengan cara memperbaiki metabolisme lemak (Mohammed dkk, 2013). Meski merupakan sampah/limbah pada agroindustry biji labu kuning memiliki kandungan nutracetil yang sangat menarik dan minyaknya digunakan sebagai pangan fungsional untuk memperbaiki kondisi hipertensi, diabetes dan kanker (Moutesaw Domenico dkk, 2018). Seperti penggunaan minyak biji labu pada wanita menopause menunjukkan bahwa kelenturan dan fungsi autonomic cardiac pada wanita menopause menunjukkan bahwa tekanan darah sistolik brakial dan sentral menurun secara signifikan pada kelompok intervensi. Tetapi kelenturan arteri dan parameter curah jantung tidak berubah baik pada intervensi maupun kontrol (Wong dkk, 2019).

Studi lain yang dilakukan dengan menginduksi tikus menggunakan nitric oxide synthase inhibitor N-nitro-L-arginine methyl ester hydrochloride (L-NAME) sebanyak 50 mg/kg/hari dengan atau tanpa pemblok Kalsium channel. Terlihat bahwa amlidipino (obat standar) dan minyak biji labu kuning sama-sama mampu melindungi tikus dari akibat induksi L-NAME pada jantung dan aorta. Hal tersebut menunjukkan bahwa minyak biji labu kuning dapat berfungsi sebagai antihipertensi dan cardioprotective

(perlindungan jantung) (El-Mosallami dkk, 2012). Protein cucurbitin yang berasal dari biji labu kuning memiliki efek vasodilatasi yang paling tinggi bila dibandingkan protein dari wijen dan almond (Chelliah R. dkk, 2017). Kuaci biji labu kuning memberikan manfaat sebagai cardioprotective dengan mengurangi tekanan darah (Maiya, 2017).

Banyak studi menunjukkan bahwa kandungan antioksidan pada ekstrak biji labu dapat memperbaiki fertilitas, mencegah atherosclerosis (pengerasan pembuluh darah), tekanan darah tinggi dan penyakit jantung dengan cara memperbaiki metabolisme lemak (Mohammed dkk, 2013).

Meski merupakan sampah/limbah pada agroindustri biji labu kuning memiliki kandungan nutracetil yang sangat menarik dan minyaknya digunakan sebagai pangan fungsional untuk memperbaiki kondisi hipertensi, diabetes dan kanker (Moutesaw Domenico dkk, 2018). Minyak biji labu kuning memiliki potensi sebagai antihipertensi. Minyak biji labu kuning memiliki interaksi yang baik dengan obat hipertensi seperti Febridipine dan Catropil (Zuhair dkk, 2000). Suplementasi ekstrak biji labu menurunkan tekanan darah wanita menopause. Studi yang melihat efek suplementasi minyak biji labu terhadap hemodinamik arteri, kelenturan dan fungsi autonomic cardiac pada wanita menopause menunjukkan bahwa tekanan darah sistolik brakial dan sentral menurun secara signifikan pada kelompok intervensi. Tetapi kelenturan arteri dan parameter curah jantung tidak berubah baik pada intervensi maupun kontrol (Wong dkk, 2019).

Ekstrak biji labu dapat memperbaiki tekanan darah. Pada studi yang dilakukan dengan menginduksi tikus

munggunakan nitric oxide synthase inhibitor N-nitro-L-arginine methyl ester hydrochloride (L-NAME) sebanyak 50 mg/kg/hari dengan atau tanpa pemblok Kalsium channel. Terlihat bahwa amlodipine (obat standar) dan minyak biji labu kuning sama-sama mampu melindungi tikus dari akibat induksi L-NAME pada jantung dan aorta. Hal tersebut menunjukkan bahwa minyak biji labu kuning dapat berfungsi sebagai antihipertensi dan melindungi jantung (El-Mosallami dkk, 2012).

Penelitian yang melihat pengaruh protein wijen, almond dan biji labu kuning menemukan bahwa protein cucurbitin yang berasal dari biji labu kuning memiliki efek vasodilatasi yang paling tinggi bila dibandingkan protein dari wijen dan almond (Chelliah R. dkk, 2017).

Sebuah studi yang ingin membandingkan pengaruh suplementasi kuaci biji labu kuning sebanyak 1,5 sendok teh per hari dengan minyak biji labu kuning (2 g/hari) selama 12 minggu pada tekanan darah sistolik dan diastolic, fungsi endotel, lipid, konsentrasi C-reaktif protein (diukur pada baseline) dan 12 minggu setelah suplementasi. Hasilnya menunjukkan pada kelompok kuaci biji labu, tekanan darah sistolik menurun secara signifikan sebesar 3 % bila dibandingkan kelompok minyak biji labu. Tekanan darah diastolic menurun 3 % secara signifikan setelah 12 minggu pada kelompok minyak biji labu dan menurun 4,5 % pada kelompok kuaci biji labu kuning. Peningkatan fungsi endotel terlihat pada kelompok kuaci biji labu kuning melalui peningkatan yang tidak signifikan pada indeks hyperemia reaktif (4 %) dan penurunan indeks augmentasi (25 %). Dari studi ini terlihat bahwa kuaci biji labu kuning memberikan

manfaat sebagai cardioprotective dengan mengurangi tekanan darah. Dibutuhkan studi lanjutan dengan dosis biji labu yang berbeda untuk memahami manfaat biji labu kuning terhadap kesehatan kardiovaskuler (Maiya, 2017).

B. Agen Imunomodulator

Imunomodulator adalah bahan-bahan yang dapat memodulasi sistem imun tubuh, terdiri dari imunostimulator dan imunosupresan. Imunomodulator membantu tubuh untuk mengoptimalkan fungsi sistem imun yang merupakan sistem utama dalam pertahanan tubuh. Senyawa-senyawa yang mempunyai prospek cukup baik dalam meningkatkan aktivitas sistem imun biasanya dari golongan flavonoid, kukumin, limonoid, vitamin C, vitamin E dan katekin. Senyawa tersebut biasanya bersifat antimikroba, antiviral, antifungal dan antiinflamasi. Selain itu juga bekerja sebagai antioksidan yang membantu memperbaiki kerusakan-kerusakan yang terjadi dalam sel.

Salah satu bahan alami yang memiliki potensi sebagai imunomodulator adalah biji labu kuning. Dalam 100 g biji *labu kuning* mengandung mineral makro yang cukup tinggi yaitu kalori 559 kkal, protein 30,23 g, lemak 49,05 g, karbohidrat 10,71 g, dan gula 5,30 g, selain itu kandungan lain pada 100 g biji labu kuning adalah, zink sebesar 7,81 mg, kalsium 40 mg, pospor 1,233 mg, besi 8,82 mg, magnesium 592 mg dan beberapa vitamin di dalamnya termasuk asam folat, niacin, pirodoksin, riboflavin, thimine, vitamin A, vitamin C, dan vitamin E, serta sodium dan potasium yang masing-masing sebesar 7 mg dan 809 mg (Patel, 2014). Biji labu kuning merupakan salah satu tumbuhan yang

mengandung beberapa senyawa yang bermanfaat bagi kekebalan tubuh, seperti vitamin E, vitamin C, vitamin A, zink dan zat besi (Mythili dan Kavitha, 2017).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa biji labu kuning mengandung senyawa alkaloid, triterpenoid, steroid, dan fenol hidrokuinon. Ekstrak etil asetat biji labu kuning berefek antioksidan dalam meredam radikal bebas DPPH dengan nilai IC₅₀ sebesar 453,35 µg/ml. Selain itu, ekstrak etil asetat biji labu kuning dapat menghambat bakteri (Rustina, 2016). Penelitian awal yang telah dilakukan oleh peneliti menemukan bahwa dalam 100 gram biji labu kuning mengandung 35.30 % protein, 36.30 % lemak, 6.02 % karbohidrat, 14.20 % serat, vitamin C 0.10 %, vitamin A, 6.5 mg, kalsium 573.03 ppm, copper 3.10 ppm, Fe 104, 38 ppm, zink 68.87 ppm, fosfor 0.17 %, magnesium 0,33 % and manganese 119, 48 ppm (Syam, Kurniati Y, Zaenal, Puspitasari, Khaerani, 2019).

Beberapa studi menunjukkan bahwa biji labu kuning dapat meningkatkan imunitas tubuh. Seperti misalnya pada studi yang melihat pengaruh pemberian biji labu kuning terhadap pertahanan tubuh kelinci. Hasilnya menunjukkan bahwa biji labu kuning dapat memodulasi respon imunitas humoral pada kelinci yang memiliki imunitas normal maupun imunitas yang rendah (Irenapshyk-Titko dan Zayachikuska, 2014, Ranganathan dan Selvasubramanian, 2012). Minyak biji labu memiliki aktivitas antibacterial yang baik dalam melawan bakteri *Klebsiella Pneumoniae* dan *Acinobacter baumannii* meski memiliki kemampuan dalam taraf menengah sebagai antivirus dalam menghadapi parainfluenza virus tipe 3 (Sener dkk, 2007).

Penelitian yang melakukan kajian terhadap potensi biji labu kuning sebagai imunonutrient menemukan bahwa biji labu kuning dapat digunakan sebagai bahan makanan yang meningkatkan kekebalan tubuh. Uji dilakukan terhadap sistem kekebalan non spesifik dan sistem kekebalan spesifik. Dosis yang digunakan terdiri dari dosis rendah (3,8 g/kgBB) dan dosis tinggi (7,6 mg/kg BB). Dosis tepung biji labu kuning tersebut diberikan kepada tikus selama 7 hari. Hasilnya menunjukkan bahwa pada sistem kekebalan non spesifik, pemberian tepung biji labu kuning pada dosis rendah menunjukkan kemampuan untuk menstimulasi sistem imun dengan indeks fagosit 1,219, sedangkan pemberian dalam dosis tinggi memiliki indeks fagosit 1,347. Pemberian tepung biji labu kuning dalam dosis tinggi meningkatkan aktivitas penghancuran (lisis) pada bakteri. Pada sistem kekebalan spesifik, setelah 7 hari pemberian, ke dua dosis tepung biji labu kuning dapat meningkatkan jumlah limfosit secara signifikan. Berdasarkan hal tersebut dapat disimpulkan bahwa biji labu kuning memiliki efek imunomodulator sehingga dapat digunakan sebagai imunonutrient (Iwo, Insana, dan Dass, 2014).

Pemberian biji labu kuning dapat mengembalikan tingkat immunoglobulin pada hewan yang mengalami penurunan daya tahan tubuh. Efek tersebut dapat dibandingkan dengan levemisol, yaitu obat sintetik untuk memperkuat imun. Biji labu kuning dapat meningkatkan antibody pada hewan normal maupun yang mengalami penurunan daya tahan tubuh. Hal tersebut bisa disebabkan karena kandungan vitamin C dalam biji labu kuning. Hal tersebut menunjukkan bahwa biji labu kuning dapat memicu respon imunitas humoral pada hewan

normal maupun yang mengalami penurunan daya tahan tubuh (Ranganathanm dkk, 2013).

Salah satu kandungan utama pada biji labu kuning adalah zink. Zink sendiri berpera penting dalam proses imunitas tubuh. Zink menghambat pengikatan virus SARS, sejenis virus yang mirip dengan penyebab COVID 19 (te Velthis AJ, *et. al*, 2010). Selain itu, pemberian zink dapat mempersingkat durasi *common cold* dan menurunkan *severity scores* secara signifikan dibandingkan dengan grup plasebo (Prasad dkk, 2008).

C. Agen Antiparasit

Parasite merupakan organisme yang hidup pada makhluk hidup yang lain (disebut dengan 'inang' dengan menyerap nutrisi yang ada pada inang tersebut tanpa memberi manfaat bagi inang itu sendiri. Dalam dunia kesehatan, terdapat banyak jenis parasit yang dapat menyerang manusia atau hewan.

Salah satu parasit yang bersifat mengancam adalah parasite gastrointestinal yang merupakan pathogen serius pada manusia dan berasal dari ternak domestik dan hewan liar. Kasus pathogen ini menyerang seluruh populasi umat manusia di dunia dengan perkiraan sekitar 3,5 miliar jiwa yang terinfeksi setiap tahunnya. Pathogen ini mengakibatkan angka kematian yang tinggi, penurunan berat badan, status reproduksi yang buruk dan kemungkinan kematian pada ternak, mengakibatkan kerugian ekonomi yang tinggi di bidang pertanian dalam jumlah yang masif. Terdapat banyak sekali jenis parasit di dunia ini yang mengancam kesehatan di masyarakat.

Labu kuning atau *cucurbitaceae* dalam sejumlah penelitian menunjukkan bahwa memiliki sifat antihelmintik, yakni mampu mematikan cacing-cacing dalam usus hewan maupun manusia sehingga dapat dikeluarkan bersama kotoran. Sifat antihelmintik pada biji labu kuning ini dapat digunakan pada manusia dan pada hewan ternak.

Jenis parasit lain ialah fasciolosis atau penyakit cacing yang disebabkan oleh cacing hati *Fasciola gigantica* (Hambal dkk, 2013). Fasciolosis mengakibatkan suatu penyakit hepatitis parenkhimatososa akut dan suatu kolangitis kronis (Diskeswan, 2001). Kejadian penyakit yang disebabkan oleh parasit cacing cukup tinggi di Indonesia, karena kondisi lingkungan di Indonesia sangat mendukung, kelembapan yang tinggi dan suhu yang hangat menjadikan parasit cacing mudah berkembang biak (Sasmita, 1994). Penggunaan obat cacing dalam pemeliharaan sapi adalah sesuatu yang harus dilakukan oleh peternak, karena infestasi cacing adalah suatu fenomena yang akan terus berulang secara periodik dalam siklus pemeliharaan (Mohammed, 2008).

Farmakologi anthelmintik yang banyak beredar di pasaran adalah anthelmintik sintesis yang harganya relatif mahal. Antisipasi masalah di atas, perlu dikembangkan anthelmintik yang berasal dari tanaman obat (herbal) dengan harga yang relatif murah dan mudah didapat (Siska, 2008). Penelitian dan pengembangan obat tradisional terus digalakkan, salah satunya untuk pengendalian infeksi cacing. Hasil dari berbagai penelitian menunjukkan bahwa peluang memberantas parasit cacing menggunakan bahan-bahan tradisional cukup efektif karena banyak tanaman dari lingkungan sekitar yang bisa digunakan sebagai obat cacing

(Kartasaputra, 1992). Di antara tanaman yang berpotensi sebagai obat cacing dan belum banyak dikembangkan adalah biji labu kuning

Pada manusia, infeksi umum yang kerap dialami ialah Infeksi nematoda pada usus yang merupakan infeksi kronis yang paling sering menyerang manusia. Salah satu jenis nematoda usus yang menjadi penyebab masalah kesehatan pada manusia adalah *ascaris lumbricoides*. Pada tahun 2005 dilaporkan bahwa lebih dari 1,2 miliar populasi penduduk dunia terinfeksi *A. lumbricoides*, jumlah tersebut hampir setara dengan 25 % penduduk dunia (Ganestya, Djumarga dan Utari, 2012).

Prevalensi askariasis cukup tinggi di negara-negara berkembang. Di Indonesia, askariasis tersebar luas dengan prevalensi pada semua umur berkisar antara 40 - 60 %, dan pada murid SD antara 60 - 80 % (Albonico dkk, 2002; Agoes 2009; Ganestya, Djumarga dan Utari, 2012). Anak-anak lebih sering mengalami askariasis, dengan insidensi tertinggi terjadi pada usia 3 - 8 tahun. Perbedaan tingkat insidensi askariasis pada anak-anak dan orang dewasa disebabkan oleh karena adanya perbedaan dalam perkembangan imunitas antara anak-anak dan orang dewasa, hal ini jika tidak mendapatkan perhatian akan mengancam status gizi anak-anak (Soedarmo dkk, 2008).

Mekanisme kerja biji labu kuning adalah kandungan asam amino cucurbitin di dalamnya yang memiliki dasar sebagai obat cacing, antioksidan, antikanker, dan efek kardiovaskular (Wang dkk, 2008). Manfaat biji labu kuning sebagai obat cacing sudah menjadi pengobatan tradisional sejak dulu kala. Efek anthelmintik dari biji labu

kuning (*cucurbita moschata durch*) berasal dari senyawa kimia, diantaranya adalah senyawa tannin dan cucurbitin. Tannin berfungsi untuk menggumpalkan protein pada dinding tubuh cacing sehingga menyebabkan gangguan metabolisme dan homeostatis pada cacing. *Cucurbitin* bekerja melalui respon asetilkolin yang menekan kontraksi otot polos sehingga melumpuhkan cacing hingga kejang sampai mati (Chittwood, 2002; Hamed dkk, 2008). Dengan adanya kandungan senyawa kimia tersebut diharapkan biji labu kuning dapat dimanfaatkan sebagai anthelmintik.

D. Agen Antiprostas

Salah satu manfaat dari pengolahan biji labu kuning sejak dulu kala ialah pemanfaatannya dalam mengobati gangguan prostat pada pria. Gangguan prostat merupakan suatu kondisi yang mana pria mengalami pembesaran hipertorfi kelenjar prostat ketika pria memasuki usia paruh baya. Benign Prostatic Hyperplasia (BPH) adalah penyakit umum pada pria lanjut usia. Meskipun merupakan penyakit nonmalignant, ia dapat memiliki dampak signifikan pada kualitas hidup pria lanjut usia. Pengobatan prostat dengan biji labu kuning dilakukan dengan mengkonsumsi biji labu tersebut secara teratur. Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa konsumsi biji labu kuning secara teratur efektif untuk tidak mengalami hipertrofi kelenjar prostat. Sebagaimana diketahui bahwa kelenjar prostat memproduksi cairan prostat yang menyediakan zat makanan bagi sel jantan agar tetap hidup, jika kelenjar tersebut membesar akan menekan kandung kemih dan menahan alur urin sehingga sukar melakukan sekresi dan terasa nyeri hingga dapat menimbulkan infeksi.

Biji labu kuning terbukti mengandung zink yang tinggi. Ekstrak biji labu mengandung kadar sterol fitokimia berkualitas tinggi dengan manfaat besar untuk imunomodulasi, kesehatan reproduksi, dan keuntungan terapeutik pada berbagai kondisi penyakit (El-Ghany, dkk, 2010). Biji *Curcubita Sp.* Mengandung beberapa zat di antaranya sejenis asam amino seperti metionin, karboksifenilalanina, pirazolanina, asam amino butirat, etil asparagina, dan sitrulina serta sejumlah asam amino lain seperti seminal alanina, glisina, dan asam glutamat (Puspita, 2012). Dalam 100 g biji *cucurbita Sp.* mengandung mineral makro yang cukup tinggi yaitu kalori 559 kkal, protein 30,23 g, lemak 49,05 g, karbohidrat 10,71 g, dan gula 5,30 g, selain itu kandungan lain pada 100 g biji labu kuning adalah, zink sebesar 7,81 mg, kalsium 40 mg, pospor 1,233 mg, besi 8,82 mg, magnesium 592 mg dan beberapa vitamin di dalamnya termasuk asam folat, niacin, pirodoksin, riboflavin, thimine, vitamin A, vitamin C, dan vitamin E, serta sodium dan potasium yang masing-masing sebesar 7 mg dan 809 mg (Patel, 2014).

Biji labu secara signifikan terbukti dapat menghambat pembesaran prostat terlebih jika diberikan pada dosis atau konsentrasi yang lebih tinggi. Biji labu kuning dapat meringankan tanda-tanda BPH (Benign Prostatic Hyperplasia) seperti menurunkan kadar PBP (Protein binding prostate/protein pengikat prostat), berat ukuran prostat ventral, meningkatkan histologi testis serta bermanfaat untuk mengendalikan hiperplasia prostat pada tahap ringan atau jinak. Fortifikasi minyak biji labu kuning ke makanan merupakan salah satu upaya menarik minat

konsumen. Selain itu, manfaat lain yang dapat diperoleh bagi tubuh pada tingkat glukosa darah, kekebalan, kolesterol, hati, kelenjar prostat, kandung kemih, depresi, ketidakmampuan belajar dan penghambatan parasit telah divalidasi (Patel, 2014).

E. Antiaging

Kulit merupakan organ yang menutupi permukaan tubuh dan membentuk perbatasan antara tubuh dengan lingkungan. Oleh karena kulit berada pada permukaan tubuh paling luar sehingga kulit paling maupun kimia yang menimbulkan kerusakan pada jaringan kulit. Kulit merupakan bagian tubuh paling luar yang berfungsi sebagai pelindung dan merupakan salah satu jalur ekskresi tubuh. Oleh karena itu, kulit sangat rentan untuk mengalami kerusakan baik dari fisik maupun kimia. Kerusakan tersebut dapat menyebabkan kulit menjadi kusam dan dapat mempercepat penuaan serta berisiko terkena kanker kulit.

Aging atau penuaan merupakan kondisi yang ditandai kondisi kulit yang mengalami penurunan kemampuan sel untuk memperbaiki dirinya sendiri. *Aging* merupakan suatu proses penuaan yang ditandai dengan ditandai penurunan energi seluler yang menurunkankemampuan sel untuk memperbaiki diri. Agen kimia seperti polutan, asap rokok, sinar matahari berlebih yang mengandung radikal bebas dari peroksida yang mengikat oksigen adalah faktor lingkungan yang dapat mempercepat penuaan atau yang dikenal dengan penuaan dini.

Penuaan kulit adalah hasil dari proses kerusakan terus menerus karena kerusakan DNA dan protein seluler.

Penuaan kulit adalah proses universal dan dapat diprediksi yang ditandai dengan fisiologis perubahan fungsi kulit. Produk kosmetik seringkali digunakan untuk melindungi kulit terhadap kerusakan eksogen dan endogen serta untuk meningkatkan keindahan dan daya tarik kulit.

Penggunaan kosmetik tidak hanya bertujuan untuk meningkatkan penampilan namun juga bertujuan untuk mencegah gangguan kulit dan meningkatkan daya tahan kulit dengan optimal. Bahan sintetis yang ada di dalam formulasi perawatan kulit bertujuan untuk mendukung kesehatan kulit, melembapkan, dan menjaga elastisitas kulit.

Pemanfaatan biji labu kuning kini mengalami perkembangan pesat dalam hal estetika dan perawatan kulit. Berbagai olahan biji labu kuning dapat ditemukan pada bahan tambahan krim kecantikan, bahkan hingga penggunaan *cold pressed oil* minyak biji labu kuning itu sendiri. Biji labu kuning memiliki kandungan berkhasiat seperti asam amino, Zn (zink), Mg (magnesium), asam lemak utama, vitamin E (tokoferol), karetenoid, sterol, kriptoxantin, sesquiterpenoid monosiklik dan inhibitor tripsin yang dapat menghambat peroksida yang berubah menjadi radikal bebas dan mampu mengoksidasi asam lemak tidak jenuh dalam membran sel sehingga merusak membran tersebut dan menjadi agen antiaging. Oleh karena itulah banyak pakar mengatakan biji labu ini mempunyai potensi untuk mencegah terjadinya penuaan dini. Biji labu juga digunakan sebagai antiinflamasi dan kardioprotektif bagi kulit.

Minyak biji labu kuning berasal dari labu yang merupakan tanaman obat dengan potensi sebagai agen antipenuaan. Benih labu mengandung banyak mikronutrien seperti vitamin A, kompleks B, C, D, E dan K. Vitamin E, seperti tocopherol yang merupakan molekul dengan aktivitas antioksidan untuk mencegah kerusakan sel (Gemrot dkk, 2006). Alfa-tocopherol dan gamma-tocopherol dapat ditemukan pada minyak biji labu sebesar 77.9 1.9 $\mu\text{g/g}$ dan 586 $\mu\text{g/g}$ masing-masing (Butinar, dkk., 2011). Biji labu kuning dapat dikembangkan sebagai antipenuaan dan sebagai agen potensial untuk mengatasi masalah penuaan yang menyebabkan penyakit degeneratif.

Bahan tambahan seperti campuran minyak tumbuhan diperlukan untuk mempermudah bercampur dengan lemak kulit, menembus sel-sel stratum corneum, dan mendukung daya adhesi yang lebih kuat. Campuran minyak tumbuhan yang dapat digunakan sebagai campuran kosmetika pelembap atau *hand and body lotion* beberapa di antaranya yakni dari biji labu kuning dan kulit buah manggis. Biji labu kuning dapat dimanfaatkan dengan mengambil ekstrak minyaknya. Minyak biji labu dihasilkan dari biji labu mentah atau yang disangrai (Anonim1, 2012). Minyak biji labu kaya akan asam lemak esensial, seperti asam oleat, asam alfa-linoleat dan vitamin E. Asam oleat dalam minyak biji labu bermanfaat untuk menjaga kesehatan kulit. Asam linoleat yang terkandung dalam minyak biji labu dapat meningkatkan fungsi otak dan kelenturan kulit. Minyak biji labu juga mengandung asam lemak sehat omega-6 dan omega-9, pitosterol, vitamin K dan vitamin E.

Senyawa-senyawa ini berperan dalam memproteksi kulit dari proses penuaan (*aging*) dengan mekanisme yang berbeda. Kandungan senyawa minyak biji labu ini dapat memperlambat proses penuaan dan dapat melindungi sel dari oksidasi radikal bebas serta bereaksi dengan lipid yang dihasilkan dalam reaksi berantai peroksidasi lipid dengan cara memberikan elektronnya kepada molekul radikal bebas tanpa terganggu sama sekali fungsinya. Selain itu, juga dapat menurunkan ROS (*reactive oxygen species*) dengan menghambat oksidase NADPH dan dapat menjaga kelembapan kulit serta menyediakan energi bagi yang mendukung proses regenerasi jaringan ikat sel dengan merangsang produksi kolagen dan elastin (Panjaitan dkk, 2015).

BAB IV

PENELITIAN TERKAIT PENGEMBANGAN BIJI LABU KUNING

A. Biskuit Fungsional Kaya Zat Gizi

1. Pembuatan Tepung Biji Labu Kuning

Biji labu kuning (*cucurbita Sp.*) merupakan bahan baku dalam pembuatan biskuit yang diperoleh dari beberapa pasar di Kota Makassar. Biji labu kuning kemudian dijemur ± 7 jam di bawah sinar matahari, kemudian dioven dengan suhu 80 - 100 °C selama 2 jam. Setelah itu diblender hingga halus, kemudian dilakukan pengayakan dengan menggunakan ayakan 32 mesh untuk dijadikan tepung.



Gambar 4.1 Pengolahan Biji Labu Kuning Menjadi Tepung
(Dokumentasi Pribadi)

2. Pembuatan Biskuit Biji Labu Kuning

Formulasi produk dilakukan secara *trial and error* untuk menentukan formulasi yang secara organoleptik disukai

oleh konsumen. Resep pembuatan biskuit didasarkan pada modifikasi dari berbagai sumber penelitian dan jurnal. Pada pembuatan biskuit biji labu kuning digunakan bahan seperti tepung terigu, kuning telur, gula halus, margarin, soda kue dan vanili. Penambahan bahan-bahan tambahan pembuatan biskuit pada umumnya bertujuan untuk menambah nilai kesukaan terhadap produk seperti soda kue berguna sebagai pengembang, vanili berguna sebagai pengharum atau pemberi aroma, dan gula halus berguna sebagai pemberi rasa manis untuk menambah cita rasa.

Terdapat 5 formulasi biskuit dalam pembuatan biskuit tepung biji labu kuning ini. Formula 1, yaitu menggunakan tepung biji labu kuning sebanyak 60 gr, tepung terigu sebanyak 240 gr, kuning telur 40 gr, gula halus 50 gr, margarin 180 gr, soda kue 4 gr, dan vanili 3 gr. Formula 2, yaitu menggunakan tepung biji labu kuning sebanyak 120 gr, tepung terigu sebanyak 180 gr, kuning telur 40 gr, gula halus 50 gr, margarin 180 gr, soda kue 4 gr, dan vanili 3 gr. Formula 3, yaitu menggunakan tepung biji labu kuning sebanyak 180 gr, tepung terigu sebanyak 120 gr, kuning telur 40 gr, gula halus 50 gr, margarin 180 gr, soda kue 4 gr, dan vanili 3 gr. Formula 4, yaitu menggunakan tepung biji labu kuning sebanyak 240 gr, tepung terigu sebanyak 60 gr, kuning telur 40 gr, gula halus 50 gr, margarin 180 gr, soda kue 4 gr, dan vanili 3 gr. Formula 5, yaitu menggunakan tepung biji labu kuning sebanyak 300 gr, kuning telur 40 gr, gula halus 50 gr, margarin 180 gr, soda kue 4 gr, dan vanili 3 gr.



Formula 1



Formula 2



Formula 3



Formula 4



Formula 5

Gambar 4.2 Beragam Formula Biskuit Biji Labu Kuning

3. Karakteristik Panelis

a. Panelis Terlatih

Salah satu metode pengujian yang digunakan untuk mengetahui penerimaan konsumen adalah uji organoleptik. Pengujian organoleptik dalam penelitian ini dilakukan dengan uji mutu kesukaan atau uji mutu hedonik menggunakan panelis terlatih dengan karakteristik seperti pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Distribusi Panelis Terlatih Menurut Jenis Kelamin

Karakteristik	n = 15	%
Jenis Kelamin		
- Laki-laki	4	26,6
- Perempuan	11	73,3

Sumber: Data Primer 2018

Syam, Kurniati Y, Zaenal, Puspitasari, Khaerani (2019)

Pada Tabel 4.1 memperlihatkan bahwa uji tingkat kesukaan (uji hedonik) panelis terlatih berjumlah 15 orang sesuai teori yang telah ditetapkan bahwa panelis terlatih terdiri dari 15 - 25 orang yang mempunyai kepekaan cukup baik dan memiliki kemampuan menilai melalui seleksi dan latihan-latihan. Adapun panelis berjenis kelamin laki-laki berjumlah 4 (26,6 %) dan berjenis kelamin perempuan berjumlah 11 (73,3 %). Panelis terlatih adalah orang-orang yang mempunyai kepekaan cukup baik dan memiliki kemampuan menilai melalui seleksi dan latihan-latihan.

b. Panelis Konsumen

Jumlah panelis yang dijadikan sampel uji kesukaan sebesar 30 anak sekolah dasar (terlampir). Anak yang menjadi panelis adalah anak kelas 4 dan 5 dan bersedia menjadi panelis.

Tabel 4.2 menunjukkan jumlah panelis anak laki-laki sebanyak 11 orang (36,6 %). Adapun jumlah panelis anak perempuan sebanyak 19 orang (63,3 %). Untuk kelompok berdasarkan kelas, kelas 4 sebanyak 3 orang (10 %) dan kelas 5 sebanyak 27 orang (90 %).

Tabel 4.2 Distribusi Panelis Konsumen Menurut Jenis Kelamin dan Kelas

Karakteristik	n = 30	%
Jenis Kelamin		
- Laki - laki	11	36,6
- Perempuan	19	63,3
Kategori Kelas		
- Kelas 4	3	10
- Kelas 5	27	90

Sumber: Data Primer, 2018

Syam, Kurniati Y, Zaenal, Puspitasari, Khaerani (2019)

Pada tabel 4.2 dapat diketahui bahwa dalam uji tingkat kesukaan atau uji hedonik yang di lakukan pada 30 orang panelis telah sesuai dengan ketentuan bahwa kelompok panelis konsumen terdiri dari 30 - 100 orang yang tergantung pada target pemasaran komoditi.

4. Hasil Uji Daya Terima Kelima Formula Biskuit Biji Labu Kuning Oleh Panelis Terlatih

Uji mutu kesukaan panelis terlatih terhadap biskuit biji labu kuning ini dianalisis menggunakan uji Kruskal Wallis (Tabel 4.3). Berdasarkan hasil analisis statistik bahwa keempat parameter yaitu warna ($p=0,000$), aroma ($p=0,003$), rasa ($p=0,000$), dan tekstur ($p=0,000$) memiliki pengaruh yang signifikan terhadap daya terima kelima produk biskuit tepung biji labu kuning oleh panelis terlatih.

Tabel 4.3 Hasil Uji Kruskal Wallis Mutu Kesukaan Oleh Panelis Terlatih

	WARNA	AROMA	RASA	TEKSTUR
Chi-Square	28.137	16.392	30.290	38.890
Df	4	4	4	4
Asymp. Sig.	0.000	0.003	0.000	0.000

Sumber: Data Primer, 2018

Syam, Kurniati Y, Zaenal, Puspitasari, Khaerani (2019)

Uji mutu hedonik ini meliputi uji kesukaan terhadap warna, aroma, rasa, dan tekstur untuk setiap formula biskuit berbasis tepung biji labu kuning.

a. Warna

Warna merupakan aspek pertama pada penilaian hasil produk. warna merupakan atribut kualitas yang paling penting. Adapun hasil dari uji kesukaan pada parameter warna produk biskuit berbasis tepung biji labu kuning dapat dilihat pada tabel 4.4 di bawah ini.

Tabel 4.4 Daya Terima Produk Biskuit Berbasis Tepung Biji Labu kuning oleh Panelis Terlatih Berdasarkan Parameter Warna

Warna	Formulasi Biskuit Biji Labu Kuning									
	F1 (20%:80%)		F2 (40%:60%)		F3 (60%:40%)		F4 (80%:20%)		F5 (100%:0%)	
	N	%	n	%	n	%	N	%	n	%
Tidak Suka (1)	0	0	0	0	1	6,66	3	20	9	60
Kurang Suka (2)	3	20	1	6,66	3	20	7	46,66	2	13,33
Biasa (3)	4	26,66	6	40	8	53,33	4	26,66	3	20
Suka (4)	6	40	7	46,66	2	13,33	1	6,66	1	6,66
Sangat Suka (5)	2	13,33	1	6,66	1	6,66	0	0	0	0
Jumlah	15	100	15	100	15	100	15	100	15	100

(Sumber: Data Primer 2018)

Syam, Kurniati Y, Zaenal, Puspitasari, Khaerani (2019)

Berdasarkan tabel 4.4, diketahui bahwa panelis menilai parameter dengan kategori tidak suka paling banyak pada formula 5 dengan persentase 60 %, sedangkan penilaian dengan kategori sangat suka paling banyak dipilih panelis pada formula 1 dengan persentase 13,33 %.

Berdasarkan pada tabel 4.4, untuk mengetahui hasil uji mutu kesukaan pada parameter warna dari kelima formula dapat menggunakan skala *likert*, namun sebelumnya agar dapat diketahui hasil interpretasi harus diketahui skor terendah *likert* (X) dan skor tertinggi *likert* (Y), yaitu:

$$X : \text{skor terendah (indikator tidak suka)} = 1 \times 15 = 15$$

$$Y : \text{skor tertinggi (indikator sangat suka)} = 5 \times 15 = 75$$

Setelah itu, harus diketahui interval (rentang jarak) dan interpretasi persen agar mengetahui penilaian dengan metode mencari interval skor persen.

Rumus Interval	= 100/jumlah skor
	= 100/5
	= 20

Interval yang diperoleh adalah 20, maka skala yang akan digunakan untuk menganalisis adalah sebagai berikut,

0 % - 19,99 % = Tidak suka (tidak diterima)

20 % - 39,99 % = Kurang suka (tidak diterima)

40 % - 59,99 % = Biasa (diterima)

60 % - 79,99 % = Suka (diterima)

80 % - 100 % = Sangat suka (diterima)

Setelah memperoleh batas atas dan skala yang akan digunakan dalam menganalisis hasil dari setiap formula, maka diperoleh hasil sebagai berikut.

1) Formula 1 (20 % : 80 %)

Dari total 15 panelis terlatih, tidak ada panelis yang menilai tidak suka dengan warna formula ini, sebanyak 3 orang menilai kurang suka, 4 orang menilai biasa, 6 orang menilai suka, dan 2 orang menilai sangat suka. Hasil ini kemudian dikalikan dengan masing-masing skor dari penilaian.

Tidak suka : 0 x (1) = 0

Kurang suka : 3 x (2) = 6

Biasa : 4 x (3) = 12

Suka	: 6 x (4)	= 24
Sangat suka	: 2 x (5)	= 10
Total		= 52

Total ini kemudian dimasukkan dalam Rumus Indeks % (RI %) di bawah ini.

$$\begin{aligned}
 \text{RI \%} &= \text{total skor} / Y \times 100 \\
 &= 52 / 75 \times 100 \\
 &= \mathbf{69,33 \%}.
 \end{aligned}$$

Berdasarkan skala yang telah ditentukan sebelumnya, maka dapat diperoleh hasil bahwa warna pada formula 1 dinilai **suka (60 % - 79,99 %)** dengan nilai **69,33 %** oleh panelis terlatih.

2) Formula 2 (40 % : 60 %)

Dari total 15 panelis terlatih, tidak ada panelis yang menilai tidak suka pada formula ini, sebanyak 1 orang menilai kurang suka, 6 orang menilai biasa, 7 orang menilai suka, dan 1 orang menilai sangat suka. Hasil ini kemudian dikalikan dengan masing-masing skor dari penilaian.

Tidak suka	: 0 x (1)	= 0
Kurang suka	: 1 x (2)	= 2
Biasa	: 6 x (3)	= 18
Suka	: 7 x (4)	= 28
Sangat suka	: 1 x (5)	= 5
Total		= 53

Total ini kemudian dimasukkan dalam Rumus Indeks % (RI %) di bawah ini.

$$\begin{aligned}
 \text{RI \%} &= \text{total skor}/Y \times 100 \\
 &= 53/75 \times 100 \\
 &= \mathbf{70,66 \%}.
 \end{aligned}$$

Berdasarkan skala yang telah ditentukan sebelumnya, maka dapat diperoleh hasil bahwa indikator warna pada formula 2 dinilai **suka (60 % - 79,99 %)** dengan nilai **70,66 %** oleh panelis terlatih.

3) Formula 3 (60 % : 40 %)

Dari total 15 panelis terlatih, sebanyak 1 orang yang menilai tidak suka, sebanyak 3 orang menilai kurang suka, 8 orang menilai biasa, 2 orang menilai suka, dan 1 orang menilai sangat suka. Hasil ini kemudian dikalikan dengan masing-masing skor dari penilaian.

Tidak suka	: 1 x (1)	= 1
Kurang suka	: 3 x (2)	= 6
Biasa	: 8 x (3)	= 24
Suka	: 2 x (4)	= 8
Sangat suka	: 1 x (5)	= 5
Total		= 44

Total ini kemudian dimasukkan dalam Rumus Indeks % (RI %) di bawah ini.

$$\begin{aligned}
 \text{RI \%} &= \text{total skor}/Y \times 100 \\
 &= 44/75 \times 100 \\
 &= \mathbf{58,66 \%}.
 \end{aligned}$$

Berdasarkan skala yang telah ditentukan sebelumnya, maka dapat diperoleh hasil bahwa warna pada formula 3 dinilai **biasa (40 % - 59,99 %)** dengan nilai **58,66 %** oleh panelis terlatih.

4) Formula 4 (80 % : 20 %)

Dari total 15 panelis terlatih, sebanyak 3 orang yang menilai tidak suka, sebanyak 7 orang menilai kurang suka, 4 orang menilai biasa, 1 orang menilai suka, dan tidak ada panelis yang menilai sangat suka. Hasil ini kemudian dikalikan dengan masing-masing skor dari penilaian.

Tidak suka	: 3 x (1)	= 3
Kurang suka	: 7 x (2)	= 14
Biasa	: 4 x (3)	= 12
Suka	: 1 x (4)	= 4
Sangat suka	: 0 x (5)	= 0
Total		= 33

Total ini kemudian dimasukkan dalam Rumus Indeks % (RI %) di bawah ini.

$$\begin{aligned} \text{RI \%} &= \text{total skor} / Y \times 100 \\ &= 33 / 75 \times 100 \\ &= \mathbf{44 \%}. \end{aligned}$$

Berdasarkan skala yang telah ditentukan sebelumnya, maka dapat diperoleh hasil bahwa warna pada formula 4 dinilai **biasa (40 % - 59,99 %)** dengan nilai **44 %** oleh panelis terlatih.

5) Formula 5 (100 % : 0 %)

Dari total 15 panelis terlatih, sebanyak 9 orang yang menilai tidak suka, sebanyak 2 orang menilai kurang suka, 3 orang menilai biasa, 1 orang menilai suka, dan tidak ada panelis yang menilai sangat suka. Hasil ini kemudian dikalikan dengan masing-masing skor dari penilaian.

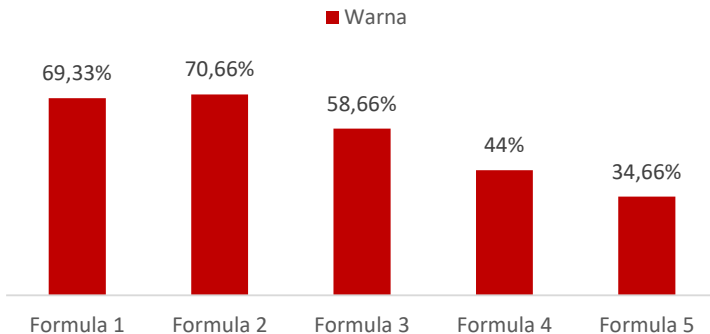
Tidak suka	: 9 x (1)	= 9
Kurang suka	: 2 x (2)	= 4
Biasa	: 3 x (3)	= 9
Suka	: 1 x (4)	= 4
Sangat suka	: 0 x (5)	= 0
Total		= 26

Total ini kemudian dimasukkan dalam Rumus Indeks % (RI %) di bawah ini.

$$\begin{aligned}
 \text{RI \%} &= \text{total skor} / Y \times 100 \\
 &= 26 / 75 \times 100 \\
 &= \mathbf{34,66 \%}.
 \end{aligned}$$

Berdasarkan skala yang telah ditentukan sebelumnya, maka dapat diperoleh hasil bahwa warna pada formula 5 dinilai **kurang suka (20 % - 39,99 %)** dengan nilai **34,66 %** oleh panelis terlatih.

Dari hasil di atas kemudian dapat dibandingkan penilaian panelis terlatih terhadap kelima produk biskuit biji labu kuning parameter warna:



Grafik 4.1 Skor Rata-rata Parameter Warna oleh Panelis Terlatih

Syam, Kurniati Y, Zaenal, Puspitasari, Khaerani (2019).

Dari data yang disajikan, dapat diketahui bahwa formula 2 adalah formula yang memiliki skor tertinggi dengan skor 70,66 % yang artinya disukai. Sedangkan, formula dengan skor terendah adalah formula 5 dengan nilai skor 34,66 % yang artinya kurang disukai. Berdasarkan analisis statistik diperoleh bahwa warna berpengaruh secara signifikan terhadap penerimaan berbagai formula biskuit biji labu kuning oleh panelis terlatih ($p=0,000$) (tabel 5.3). Perbedaan signifikan ditunjukkan pada formula 1 dan 4 ($p=0,001$), formula 1 dan 5 ($p=0,000$), formula 2 dan 4 ($p=0,001$), formula 2 dan 5 ($p=0,000$), formula 3 dan 4 ($p=0,036$), formula 3 dan 5 ($p=0,004$).

b. Aroma

Adapun hasil dari uji hedonik produk biskuit berbasis tepung biji labu kuning pada panelis terlatih dengan parameter aroma dapat dilihat pada tabel 4.5.

Tabel 4.5 Daya Terima Produk Biskuit Berbasis Tepung Biji Labu Kuning oleh Panelis Terlatih Berdasarkan Parameter Aroma

Aroma	Formula Biskuit Biji Labu Kuning									
	F1 (20%:80%)		F2 (40%:60%)		F3 (60%:40%)		F4 (80%:20%)		F5 (100%:0%)	
	n	%	N	%	N	%	n	%	n	%
Tidak Suka (1)	1	6,66	0	0	0	0	0	0	3	20
Kurang Suka (2)	1	6,66	3	20	5	33,33	7	46,66	5	33,33
Biasa (3)	2	13,33	3	20	5	33,33	7	46,66	5	33,33
Suka (4)	10	66,66	7	46,66	4	26,66	0	0	2	13,33
Sangat Suka (5)	1	6,66	2	13,33	1	6,66	1	6,66	0	0
Jumlah	15	100	15	100	15	100	15	100	15	100

(Sumber: Data Primer, 2018)

Syam, Kurniati Y, Zaenal, Puspitasari, Khaerani (2019)

Berdasarkan tabel 4.5, diketahui bahwa panelis terlatih menilai parameter aroma dengan penilaian tidak suka paling banyak pada formula 5 dengan persentase 20 %, sedangkan penilaian sangat suka pada parameter aroma terbanyak dipilih panelis yaitu formula 2 dengan persentase 13,33 %.

Berdasarkan pada tabel 4.5, untuk mengetahui hasil uji mutu kesukaan pada parameter aroma dari kelima formula dapat menggunakan skala *likert*, namun sebelumnya agar dapat diketahui hasil interpretasi harus diketahui skor terendah *likert* (X) dan skor tertinggi *likert* (Y), yaitu:

X : skor terendah (indikator tidak suka) = 1 x 15 = 15

Y : skor tertinggi (indikator sangat suka) = 5 x 15 = 75

Setelah itu, harus diketahui interval (rentang jarak) dan interpretasi persen agar mengetahui penilaian dengan metode mencari interval skor persen.

$$\begin{aligned} \text{Rumus Interval} &= 100/\text{jumlah skor} \\ &= 100/5 \\ &= 20 \end{aligned}$$

Interval yang diperoleh adalah 20, maka skala yang akan digunakan untuk menganalisis adalah sebagai berikut.

- 0 % - 19,99 % = Tidak suka (tidak diterima)
- 20 % - 39,99 % = Kurang suka (tidak diterima)
- 40 % - 59,99 % = Biasa (diterima)
- 60 % - 79,99 % = Suka (diterima)
- 80 % - 100 % = Sangat suka (diterima)

Setelah memperoleh batas atas dan skala yang akan digunakan dalam menganalisis hasil dari setiap formula, maka diperoleh hasil sebagai berikut.

1) Formula 1 (20 % : 80 %)

Dari total 15 panelis terlatih, sebanyak 1 orang panelis yang menilai tidak suka dengan aroma pada formula ini, sebanyak 1 orang menilai kurang suka, 2 orang menilai biasa, 10 orang menilai suka, dan 1 orang menilai sangat suka. Hasil ini kemudian dikalikan dengan masing-masing skor dari penilaian.

Tidak suka	: 1 x (1)	= 1
Kurang suka	: 1 x (2)	= 2
Biasa	: 2 x (3)	= 6

Suka	: 10 x (4)	= 40
Sangat suka	: 1 x (5)	= 5
Total		= 54

Total ini kemudian dimasukkan dalam Rumus Indeks % (RI %) di bawah ini.

$$\begin{aligned}
 \text{RI \%} &= \text{total skor/Y} \times 100 \\
 &= 54/75 \times 100 \\
 &= 72 \%.
 \end{aligned}$$

Berdasarkan skala yang telah ditentukan sebelumnya, maka dapat diperoleh hasil bahwa aroma pada formula 1 dinilai **suka (60 % - 79,99 %)** dengan nilai **72 %** oleh panelis terlatih.

2) Formula 2 (40 % : 60 %)

Dari total 15 panelis terlatih, tidak ada panelis yang menilai tidak suka pada formula ini, sebanyak 3 orang menilai kurang suka, 3 orang menilai biasa, 7 orang menilai suka, dan 2 orang menilai sangat suka. Hasil ini kemudian dikalikan dengan masing-masing skor dari penilaian.

Tidak suka	: 0 x (1)	= 0
Kurang suka	: 3 x (2)	= 6
Biasa	: 3 x (3)	= 9
Suka	: 7 x (4)	= 28
Sangat suka	: 2 x (5)	= 10
Total		= 53

Total ini kemudian dimasukkan dalam Rumus Indeks % (RI %) di bawah ini.

$$\begin{aligned}
 \text{RI \%} &= \text{total skor}/Y \times 100 \\
 &= 53/75 \times 100 \\
 &= \mathbf{70,66 \%}.
 \end{aligned}$$

Berdasarkan skala yang telah ditentukan sebelumnya, maka dapat diperoleh hasil bahwa aroma pada formula 2 dinilai **suka** (60 % - 79,99 %) dengan nilai **70,66 %** oleh panelis terlatih.

3) Formula 3 (60 % : 40 %)

Dari total 15 panelis terlatih, tidak ada panelis yang menilai tidak suka pada formula ini, sebanyak 5 orang menilai kurang suka, 5 orang menilai biasa, 4 orang menilai suka, dan 1 orang menilai sangat suka. Hasil ini kemudian dikalikan dengan masing-masing skor dari penilaian.

Tidak suka	: 0 x (1)	= 0
Kurang suka	: 5 x (2)	= 10
Biasa	: 5 x (3)	= 15
Suka	: 4 x (4)	= 16
Sangat suka	: 1 x (5)	= 5
Total		= 46

Total ini kemudian dimasukkan dalam Rumus Indeks % (RI %) di bawah ini,

$$\begin{aligned}
 \text{RI \%} &= \text{total skor}/Y \times 100 \\
 &= 46/75 \times 100 \\
 &= \mathbf{61,33 \%}.
 \end{aligned}$$

Berdasarkan skala yang telah ditentukan sebelumnya, maka dapat diperoleh hasil bahwa aroma pada formula 3 dinilai **suka** (60 % - 79,99 %) dengan nilai **61,33 %** oleh panelis terlatih.

4) Formula 4 (80 % : 20 %)

Dari total 15 panelis terlatih, tidak ada panelis yang menilai tidak suka pada formula ini, sebanyak 7 orang menilai kurang suka, 7 orang menilai biasa, tidak ada panelis menilai suka, dan 1 orang menilai sangat suka. Hasil ini kemudian dikalikan dengan masing-masing skor dari penilaian.

Tidak suka	: 0 x (1)	= 0
Kurang suka	: 7 x (2)	= 14
Biasa	: 7 x (3)	= 21
Suka	: 0 x (4)	= 0
Sangat suka	: 1 x (5)	= 5
Total		= 40

Total ini kemudian dimasukkan dalam Rumus Indeks % (RI %) di bawah ini.

$$\begin{aligned} \text{RI \%} &= \text{total skor} / Y \times 100 \\ &= 40 / 75 \times 100 \\ &= \mathbf{53,33 \%}. \end{aligned}$$

Berdasarkan skala yang telah ditentukan sebelumnya, maka dapat diperoleh hasil bahwa aroma pada formula 4 dinilai **biasa (40 % - 59,99 %)** dengan nilai **53,33 %** oleh panelis terlatih.

5) Formula 5 (100 % : 0 %)

Dari total 15 panelis terlatih, 3 orang panelis yang menilai tidak suka pada formula ini, sebanyak 5 orang menilai kurang suka, 5 orang menilai biasa, 2 orang menilai suka, dan tidak ada panelis menilai sangat suka. Hasil ini kemudian dikalikan dengan masing-masing skor dari penilaian.

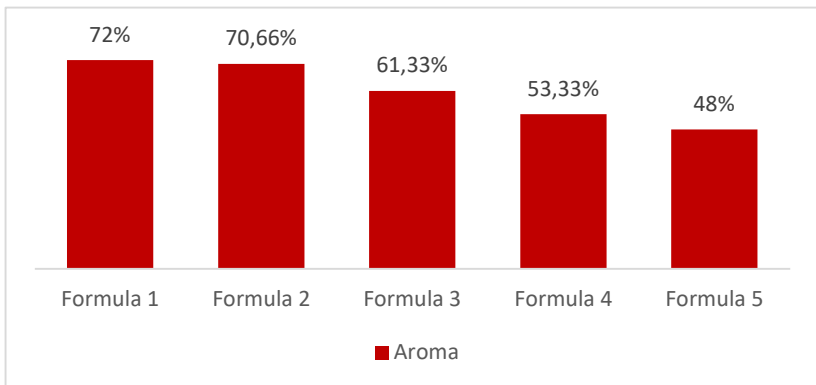
Tidak suka	: 3 x (1)	= 3
Kurang suka	: 5 x (2)	= 10
Biasa	: 5 x (3)	= 15
Suka	: 2 x (4)	= 8
Sangat suka	: 0 x (5)	= 0
Total		= 36

Total ini kemudian dimasukkan dalam Rumus Indeks % (RI %) di bawah ini,

$$\begin{aligned}
 \text{RI \%} &= \text{total skor} / Y \times 100 \\
 &= 36 / 75 \times 100 \\
 &= \mathbf{48 \%}.
 \end{aligned}$$

Berdasarkan skala yang telah ditentukan sebelumnya, maka dapat diperoleh hasil bahwa aroma pada formula 5 dinilai **biasa (40 % - 59,99 %)** dengan nilai **48 %** oleh panelis terlatih.

Dari hasil di atas kemudian dapat dibandingkan penilaian panelis terlatih terhadap kelima produk biskuit biji labu kuning parameter aroma:



Grafik 4.2 Skor Rata-rata Parameter Aroma oleh Panelis Terlatih

Syam, Kurniati Y, Zaenal, Puspitasari, Khaerani (2019)

Dari data yang disajikan, dapat diketahui bahwa formula 2 adalah formula yang memiliki skor tertinggi dengan skor 70,66 % yang artinya disukai. Sedangkan, formula dengan skor terendah adalah formula 5 dengan nilai skor 34,66 % yang artinya kurang disukai. Berdasarkan analisis statistik diperoleh bahwa warna berpengaruh secara signifikan terhadap penerimaan berbagai formula biskuit biji labu kuning oleh panelis terlatih ($p=0,000$) (tabel 5.3). Perbedaan signifikan ditunjukkan pada formula 1 dan 4 ($p=0,001$), formula 1 dan 5 ($p=0,000$), formula 2 dan 4 ($p=0,001$), formula 2 dan 5 ($p=0,000$), formula 3 dan 4 ($p=0,036$), formula 3 dan 5 ($p=0,004$).

c. Rasa

Adapun hasil dari uji kesukaan produk biskuit berbasis tepung biji labu kuning pada panelis terlatih dengan parameter rasa dapat dilihat pada tabel 4.6.

Tabel 4.6 Daya Terima Produk Biskuit Berbasis Tepung Biji Labu Kuning oleh Panelis Terlatih Berdasarkan Parameter Rasa

Rasa	Formula Biskuit Biji Labu Kuning									
	F1 (20%:80%)		F2 (40%:60%)		F3 (60%:40%)		F4 (80%:20%)		F5 (100%:0%)	
	n	%	n	%	n	%	n	%	N	%
Tidak Suka (1)	1	6,66	0	0	1	6,66	2	13,33	7	46,66
Kurang Suka (2)	0	0	1	6,66	0	0	4	26,66	5	33,33
Biasa (3)	7	46,66	5	33,33	5	33,33	8	53,33	2	13,33
Suka (4)	4	26,66	7	46,66	5	33,33	1	6,66	1	6,66
Sangat Suka (5)	3	20	2	13,33	4	26,66	0	0	0	0
Jumlah	15	100	15	100	15	100	15	100	15	100

(Sumber: Data Primer, 2018)

Syam, Kurniati Y, Zaenal, Puspitasari, Khaerani (2019)

Berdasarkan tabel 4.6, diketahui bahwa panelis terlatih menilai parameter rasa dengan penilaian tidak suka paling banyak dipilih panelis yaitu formula 5 dengan persentase 46,66 %, sedangkan untuk penilaian sangat suka paling banyak dipilih panelis yaitu formula 3 dengan persentase 26,66 %.

Berdasarkan pada tabel 4.6, untuk mengetahui hasil uji mutu kesukaan pada parameter rasa dari kelima formula dapat menggunakan skala *likert*, namun sebelumnya agar dapat diketahui hasil interpretasi harus diketahui skor terendah *likert* (X) dan skor tertinggi *likert* (Y), yaitu:

X : skor terendah (indikator tidak suka) = $1 \times 15 = 15$

Y : skor tertinggi (indikator sangat suka) = $5 \times 15 = 75$

Setelah itu, harus diketahui interval (rentang jarak) dan interpretasi persen agar mengetahui penilaian dengan metode mencari interval skor persen.

$$\begin{aligned} \text{Rumus Interval} &= 100/\text{jumlah skor} \\ &= 100/5 \\ &= 20 \end{aligned}$$

Interval yang diperoleh adalah 20, maka skala yang akan digunakan untuk menganalisis adalah sebagai berikut.

- 0 % - 19,99 % = Tidak suka (tidak diterima)
- 20 % - 39,99 % = Kurang suka (tidak diterima)
- 40 % - 59,99 % = Biasa (diterima)
- 60 % - 79,99 % = Suka (diterima)
- 80 % - 100 % = Sangat suka (diterima)

Setelah memperoleh batas atas dan skala yang akan digunakan dalam menganalisis hasil dari setiap formula, maka diperoleh hasil sebagai berikut.

1) Formula 1 (20 % : 80 %)

Dari total 15 panelis terlatih, sebanyak 1 orang panelis yang menilai tidak suka dengan rasa formula ini, tidak ada panelis yang menilai kurang suka, 7 orang menilai biasa, 4 orang menilai suka, dan 3 orang menilai sangat suka. Hasil ini kemudian dikalikan dengan masing-masing skor dari penilaian.

- Tidak suka : 1 x (1) = 1
- Kurang suka : 0 x (2) = 0
- Biasa : 7 x (3) = 21

Suka	: 4 x (4)	= 16
Sangat suka	: 3 x (5)	= 15
Total		= 53

Total ini kemudian dimasukkan dalam Rumus Indeks % (RI %) di bawah ini,

$$\begin{aligned}
 \text{RI \%} &= \text{total skor}/Y \times 100 \\
 &= 53/75 \times 100 \\
 &= \mathbf{70,66 \%}.
 \end{aligned}$$

Berdasarkan skala yang telah ditentukan sebelumnya, maka dapat diperoleh hasil bahwa rasa pada formula 1 dinilai **suka (60 % - 79,99 %)** dengan nilai **70,66 %** oleh panelis terlatih.

2) Formula 2 (40 % : 60 %)

Dari total 15 panelis terlatih, tidak ada orang panelis yang menilai tidak suka dengan rasa formula ini, sebanyak 1 orang panelis yang menilai kurang suka, 5 orang menilai biasa, 7 orang menilai suka, dan 2 orang menilai sangat suka. Hasil ini kemudian dikalikan dengan masing-masing skor dari penilaian.

Tidak suka	: 0 x (1)	= 0
Kurang suka	: 1 x (2)	= 2
Biasa	: 5 x (3)	= 15
Suka	: 7 x (4)	= 28
Sangat suka	: 2 x (5)	= 10
Total		= 55

Total ini kemudian dimasukkan dalam Rumus Indeks % (RI %) di bawah ini,

$$\begin{aligned}
 \text{RI \%} &= \text{total skor}/Y \times 100 \\
 &= 55/75 \times 100 \\
 &= \mathbf{73,33 \%}.
 \end{aligned}$$

Berdasarkan skala yang telah ditentukan sebelumnya, maka dapat diperoleh hasil bahwa rasa pada formula 2 dinilai **suka (60 % - 79,99 %)** dengan nilai **73,33 %** oleh panelis terlatih.

3) Formula 3 (60 % : 40 %)

Dari total 15 panelis terlatih, sebanyak 1 orang panelis yang menilai tidak suka dengan rasa formula ini, tidak ada panelis yang menilai kurang suka, 5 orang menilai biasa, 5 orang menilai suka, dan 4 orang menilai sangat suka. Hasil ini kemudian dikalikan dengan masing-masing skor dari penilaian.

Tidak suka	: 1 x (1)	= 1
Kurang suka	: 0 x (2)	= 0
Biasa	: 5 x (3)	= 15
Suka	: 5 x (4)	= 20
Sangat suka	: 4 x (5)	= 20
Total		= 56

Total ini kemudian dimasukkan dalam Rumus Indeks % (RI %) di bawah ini,

$$\begin{aligned}
 \text{RI \%} &= \text{total skor}/Y \times 100 \\
 &= 56/75 \times 100 \\
 &= \mathbf{74,66 \%}.
 \end{aligned}$$

Berdasarkan skala yang telah ditentukan sebelumnya, maka dapat diperoleh hasil bahwa rasa pada formula 3 dinilai **suka (60 % - 79,99 %)** dengan nilai **74,66 %** oleh panelis terlatih.

4) Formula 4 (80 % : 20 %)

Dari total 15 panelis terlatih, sebanyak 2 orang panelis yang menilai tidak suka dengan rasa formula ini, sebanyak 4 orang panelis yang menilai kurang suka, 8 orang menilai biasa, 1 orang menilai suka, dan tidak ada panelis menilai sangat suka. Hasil ini kemudian dikalikan dengan masing-masing skor dari penilaian.

Tidak suka	: 2 x (1)	= 2
Kurang suka	: 4 x (2)	= 8
Biasa	: 8 x (3)	= 24
Suka	: 1 x (4)	= 4
Sangat suka	: 0 x (5)	= 0
Total		= 38

Total ini kemudian dimasukkan dalam Rumus Indeks % (RI %) di bawah ini.

$$\begin{aligned} \text{RI \%} &= \text{total skor} / Y \times 100 \\ &= 38 / 75 \times 100 \\ &= \mathbf{50,66 \%}. \end{aligned}$$

Berdasarkan skala yang telah ditentukan sebelumnya, maka dapat diperoleh hasil bahwa rasa pada formula 4 dinilai **biasa (40 % - 59,99 %)** dengan nilai **50,66 %** oleh panelis terlatih.

5) Formula 5 (100 % : 0 %)

Dari total 15 panelis terlatih, sebanyak 7 orang panelis yang menilai tidak suka dengan rasa formula ini, sebanyak 5 orang panelis yang menilai kurang suka, 2 orang menilai biasa, 1 orang menilai suka, dan tidak ada panelis menilai sangat suka. Hasil ini kemudian dikalikan dengan masing-masing skor dari penilaian.

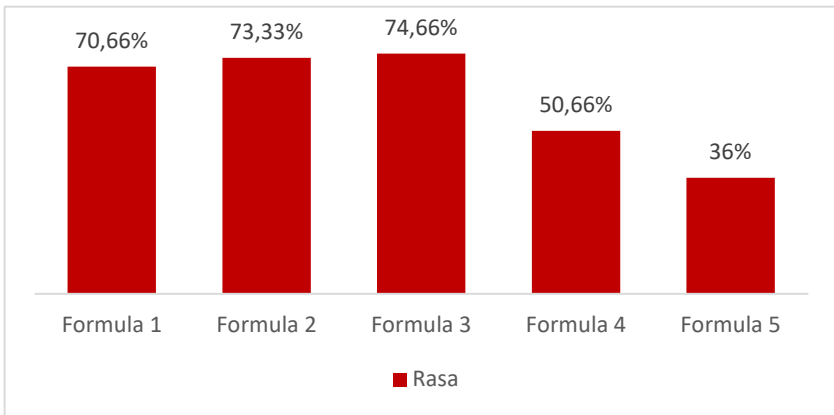
Tidak suka	: 7 x (1)	= 7
Kurang suka	: 5 x (2)	= 10
Biasa	: 2 x (3)	= 6
Suka	: 1 x (4)	= 4
Sangat suka	: 0 x (5)	= 0
Total		= 27

Total ini kemudian dimasukkan dalam Rumus Indeks % (RI %) di bawah ini.

$$\begin{aligned}
 \text{RI \%} &= \text{total skor} / Y \times 100 \\
 &= 27 / 75 \times 100 \\
 &= \mathbf{36 \%}.
 \end{aligned}$$

Berdasarkan skala yang telah ditentukan sebelumnya, maka dapat diperoleh hasil bahwa rasa pada formula 5 dinilai kurang **suka** (**20 % - 39,99 %**) dengan nilai **36 %** oleh panelis terlatih.

Dari hasil di atas kemudian dapat dibandingkan penilaian panelis terlatih terhadap kelima produk biskuit biji labu kuning parameter rasa:



Grafik 4.3 Skor Rata-rata Parameter Rasa oleh Panelis Terlatih Syam, Kurniati Y, Zaenal, Puspitasari, Khaerani (2019)

Dari data yang disajikan dalam grafik 4.3, dapat diketahui bahwa formula 3 adalah formula yang memiliki skor tertinggi dengan skor 74,66 % yang artinya disukai. Sedangkan, formula dengan skor terendah adalah formula 5 dengan nilai skor 36 % yang artinya kurang disukai. Berdasarkan hasil analisis statistik diperoleh bahwa rasa berpengaruh secara signifikan terhadap penerimaan berbagai formula biskuit biji labu kuning oleh panelis terlatih ($p=0,000$) (Tabel 4.3). Perbedaan signifikan ditunjukkan pada biskuit biji labu kuning pada formula 1 dan 4 ($p=0,006$), formula 1 dan 5 ($p=0,000$), formula 2 dan 4 ($p=0,001$), formula 2 dan 5 ($p=0,000$), formula 3 dan 4 ($p=0,002$), formula 3 dan 5 ($p=0,000$), dan formula 4 dan 5 ($p=0,027$).

d. Tekstur

Adapun hasil dari uji kesukaan produk biskuit biji labu pada panelis konsumen dengan parameter tekstur dapat dilihat pada tabel 4.7 di bawah ini.

Tabel 4.7 Daya Terima Produk Biskuit Berbasis Tepung Biji Labu Kuning oleh Panelis Terlatih Berdasarkan Parameter Tekstur

Tekstur	Formula Biskuit Biji Labu Kuning									
	F1 (20%:80%)		F2 (40%:60%)		F3 (60%:40%)		F4 (80%:20%)		F5 (100%:0%)	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Tidak Suka (1)	0	0	0	0	0	0	7	46,66	9	60
Kurang Suka (2)	2	13,33	2	13,33	2	13,33	6	40	3	20
Biasa (3)	4	26,66	7	46,66	7	46,66	1	6,66	3	20
Suka (4)	8	53,33	6	40	5	33,33	1	6,66	0	0
Sangat Suka (5)	1	6,66	0	0	1	6,66	0	0	0	0
Jumlah	15	100	15	100	15	100	15	100	15	100

(Sumber: Data Primer 2018)

Syam, Kurniati Y, Zaenal, Puspitasari, Khaerani (2019)

Berdasarkan tabel 4.7, diketahui bahwa panelis terlatih menilai parameter tekstur dengan penilaian tidak suka paling banyak yaitu formula 5 dengan persentase 60 %, sedangkan untuk penilaian sangat suka paling banyak dipilih panelis terlatih yaitu formula 1 dan formula 3 dengan persentase 6,66 %.

Berdasarkan pada tabel 4.7, untuk mengetahui hasil uji mutu kesukaan pada parameter tekstur dari kelima formula dapat menggunakan skala *likert*, namun sebelumnya agar dapat diketahui hasil interpretasi harus diketahui skor terendah *likert* (X) dan skor tertinggi *likert* (Y), yaitu:

X : skor terendah (indikator tidak suka) = $1 \times 15 = 15$

Y : skor tertinggi (indikator sangat suka) = $5 \times 15 = 75$

Setelah itu, harus diketahui interval (rentang jarak) dan interpretasi persen agar mengetahui penilaian dengan metode mencari interval skor persen.

Rumus Interval	= $100/\text{jumlah skor}$
	= $100/5$
	= 20

Interval yang diperoleh adalah 20, maka skala yang akan digunakan untuk menganalisis adalah sebagai berikut.

0 % - 19,99 % = Tidak suka (tidak diterima)

20 % - 39,99 % = Kurang suka (tidak diterima)

40 % - 59,99 % = Biasa (diterima)

60 % - 79,99 % = Suka (diterima)

80 % - 100 % = Sangat suka (diterima)

Setelah memperoleh batas atas dan skala yang akan digunakan dalam menganalisis hasil dari setiap formula, maka diperoleh hasil sebagai berikut.

1) Formula 1 (20 % : 80 %)

Dari total 15 panelis terlatih, tidak ada orang panelis yang menilai tidak suka dengan tekstur formula ini, 2 panelis yang menilai kurang suka, 4 orang menilai biasa, 8 orang menilai suka, dan 1 orang menilai sangat suka. Hasil ini kemudian dikalikan dengan masing-masing skor dari penilaian.

Tidak suka : $0 \times (1) = 0$

Kurang suka : $2 \times (2) = 4$

Biasa	: 4 x (3)	= 12
Suka	: 8 x (4)	= 32
Sangat suka	: 2 x (5)	= 10
Total		= 58

Total ini kemudian dimasukkan dalam Rumus Indeks % (RI %) di bawah ini.

$$\begin{aligned}
 \text{RI \%} &= \text{total skor} / Y \times 100 \\
 &= 58 / 75 \times 100 \\
 &= \mathbf{77,33 \%}.
 \end{aligned}$$

Berdasarkan skala yang telah ditentukan sebelumnya, maka dapat diperoleh hasil bahwa tekstur pada formula 1 dinilai **suka (60 % - 79,99 %)** dengan nilai **77,33 %** oleh panelis terlatih.

2) Formula 2 (40 % : 60 %)

Dari total 15 panelis terlatih, tidak ada orang panelis yang menilai tidak suka dengan tekstur formula ini, sebanyak 2 orang panelis yang menilai kurang suka, 7 orang menilai biasa, 6 orang menilai suka, dan tidak ada orang menilai sangat suka. Hasil ini kemudian dikalikan dengan masing-masing skor dari penilaian.

Tidak suka	: 0 x (1)	= 0
Kurang suka	: 2 x (2)	= 4
Biasa	: 7 x (3)	= 21
Suka	: 6 x (4)	= 24
Sangat suka	: 0 x (5)	= 0
Total		= 49

Total ini kemudian dimasukkan dalam Rumus Indeks % (RI %) di bawah ini.

$$\begin{aligned}
 \text{RI \%} &= \text{total skor}/Y \times 100 \\
 &= 49/75 \times 100 \\
 &= \mathbf{65,33\%}.
 \end{aligned}$$

Berdasarkan skala yang telah ditentukan sebelumnya, maka dapat diperoleh hasil bahwa tekstur pada formula 2 dinilai **suka** (60 % - 79,99 %) dengan nilai **65,33 %** oleh panelis terlatih.

3) Formula 3 (60 % : 40 %)

Dari total 15 panelis terlatih, tidak ada orang panelis yang menilai tidak suka dengan tekstur formula ini, sebanyak 2 panelis yang menilai kurang suka, 7 orang menilai biasa, 5 orang menilai suka, dan 1 orang menilai sangat suka. Hasil ini kemudian dikalikan dengan masing-masing skor dari penilaian.

Tidak suka	: 0 x (1)	= 0
Kurang suka	: 2 x (2)	= 4
Biasa	: 7 x (3)	= 21
Suka	: 5 x (4)	= 20
Sangat suka	: 1 x (5)	= 5

Total = **50**

Total ini kemudian dimasukkan dalam Rumus Indeks % (RI %) di bawah ini.

$$\begin{aligned}
 \text{RI \%} &= \text{total skor}/Y \times 100 \\
 &= 50/75 \times 100 \\
 &= \mathbf{66,66 \%}.
 \end{aligned}$$

Berdasarkan skala yang telah ditentukan sebelumnya, maka dapat diperoleh hasil bahwa tekstur pada formula 3 dinilai **suka** (60 % - 79,99 %) dengan nilai **66,66 %** oleh panelis terlatih.

4) Formula 4 (80 % : 20 %)

Dari total 15 panelis terlatih, sebanyak 7 orang panelis yang menilai tidak suka dengan tekstur formula ini, sebanyak 6 orang panelis yang menilai kurang suka, 1 orang menilai biasa, 1 orang menilai suka, dan tidak ada panelis menilai sangat suka. Hasil ini kemudian dikalikan dengan masing-masing skor dari penilaian.

Tidak suka	: 7 x (1)	= 7
Kurang suka	: 6 x (2)	= 12
Biasa	: 1 x (3)	= 3
Suka	: 1 x (4)	= 4
Sangat suka	: 0 x (5)	= 0
Total		= 26

Total ini kemudian dimasukkan dalam Rumus Indeks % (RI %) di bawah ini.

$$\begin{aligned} \text{RI \%} &= \text{total skor} / Y \times 100 \\ &= 26 / 75 \times 100 \\ &= \mathbf{34,66 \%}. \end{aligned}$$

Berdasarkan skala yang telah ditentukan sebelumnya, maka dapat diperoleh hasil bahwa tekstur pada formula 4 dinilai kurang **suka (20 % - 39,99 %)** dengan nilai 34,66 % oleh panelis terlatih.

5) Formula 5 (0 % : 100 %)

Dari total 15 panelis terlatih, sebanyak 9 orang panelis yang menilai tidak suka dengan rasa formula ini, sebanyak 3 orang panelis yang menilai kurang suka, 3 orang menilai biasa, tidak ada orang menilai suka, dan tidak ada panelis menilai sangat suka. Hasil ini kemudian dikalikan dengan masing-masing skor dari penilaian.

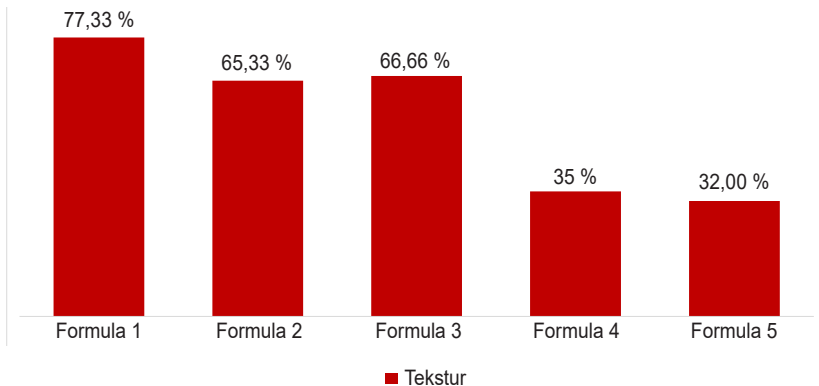
Tidak suka	: 9 x (1)	= 9
Kurang suka	: 3 x (2)	= 6
Biasa	: 3 x (3)	= 9
Suka	: 0 x (4)	= 0
Sangat suka	: 0 x (5)	= 0
Total		= 24

Total ini kemudian dimasukkan dalam Rumus Indeks % (RI %) di bawah ini.

$$\begin{aligned}
 \text{RI \%} &= \text{total skor} / Y \times 100 \\
 &= 24 / 75 \times 100 \\
 &= \mathbf{32 \%}.
 \end{aligned}$$

Berdasarkan skala yang telah ditentukan sebelumnya, maka dapat diperoleh hasil bahwa tekstur pada formula 5 dinilai kurang **suka (20 % - 39,99 %)** dengan nilai **32 %** oleh panelis terlatih.

Dari hasil di atas kemudian dapat dibandingkan penilaian panelis terlatih terhadap kelima produk biskuit biji labu kuning parameter tekstur:



Grafik 4.4 Skor Rata-rata Parameter Tekstur oleh Panelis Terlatih
 Syam, Kurniati Y, Zaenal, Puspitasari, Khaerani (2019)

Dari data yang disajikan dalam grafik 4.4, dapat diketahui bahwa formula 1 adalah formula yang memiliki skor tertinggi dengan skor 77,33 % yang artinya disukai. Sedangkan, formula dengan skor terendah adalah formula 5 dengan nilai skor 32 % yang artinya kurang disukai. Berdasarkan hasil analisis statistik diperoleh bahwa tekstur memiliki pengaruh secara signifikan terhadap penerimaan berbagai formula biskuit biji labu kuning oleh panelis terlatih ($p=0,000$) (tabel 4.3). Perbedaan signifikan ditunjukkan pada biskuit biji labu kuning formula 1 dan 4 ($p=0,000$), formula 1 dan 5 ($p=0,000$), formula 2 dan 4 ($p=0,000$), formula 2 dan 5 ($p=0,000$), formula 3 dan 4 ($p=0,000$), dan formula 3 dan 5 ($p=0,000$).

5. Hasil Uji Daya Terima Kelima Formula Biskuit Berbasis Tepung Biji Labu Kuning oleh Panelis Konsumen

Uji kesukaan anak terhadap kelima formula biskuit biji labu kuning dianalisis menggunakan uji kruskal wallis. Berdasarkan hasil analisis statistik bahwa tidak terdapat pengaruh signifikan pada kelima formula biskuit biji labu kuning terhadap daya terima tingkat kesukaan panelis konsumen ($p = 0,780$) dapat dilihat pada tabel 4.8.

Tabel 4.8 Hasil Uji Kruskal Wallis Tingkat Kesukaan oleh Panelis Konsumen

	Tingkat Kesukaan
Chi-Square	1,758
df	4
Asymp.Sig	0,780

Sumber: Data Primer, 2018

Syam, Kurniati Y, Zaenal, Puspitasari, Khaerani (2019)

Adapun hasil dari uji tingkat kesukaan panelis konsumen dapat dilihat pada tabel 4.9.

Tabel 4.9 Daya Terima Produk Biskuit Biji Labu Kuning Oleh Panelis Konsumen Berdasarkan Tingkat Kesukaan

Tingkat Kesukaan	Formula Biskuit Biji Labu Kuning									
	F1 (20%:80%)		F2 (40%:60%)		F3 (60%:40%)		F4 (80%:20%)		F5 (100%:0%)	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Tidak Suka (1)	1	3,33	2	6,66	3	10	3	10	6	20
Kurang Suka (2)	2	6,66	6	20	3	10	4	13,33	6	20
Biasa (3)	8	26,66	4	13,33	8	26,66	9	30	1	3,33
Suka (4)	13	43,33	14	46,66	8	26,66	9	30	7	23,33
Sangat Suka (5)	6	20	4	13,33	8	26,66	5	16,66	8	26,66
Jumlah	30	100	30	100	30	100	30	100	30	100

(Sumber: Data Primer 2018)

Syam, Kurniati Y, Zaenal, Puspitasari, Khaerani (2019)

Berdasarkan pada tabel 4.9, diketahui bahwa panelis konsumen menilai tidak suka paling banyak pada formula 5 dengan persentase 20 %, sedangkan untuk penilaian sangat suka paling banyak dipilih panelis yaitu formula 3 dan formula 5 dengan persentase 26,66 %.

Berdasarkan pada tabel 4.9, untuk mengetahui hasil uji tingkat kesukaan pada kelima formula dapat menggunakan skala *likert*, namun sebelumnya agar dapat diketahui hasil interpretasi harus diketahui skor terendah *likert* (X) dan skor tertinggi *likert* (Y), yaitu:

$$X : \text{skor terendah (indikator tidak suka)} = 1 \times 30 = 30$$

$$Y : \text{skor tertinggi (indikator sangat suka)} = 5 \times 30 = 150$$

Setelah itu, harus diketahui interval (rentang jarak) dan interpretasi persen agar mengetahui penilaian dengan metode mencari interval skor persen.

Rumus Interval	= 100/jumlah skor
	= 100/5
	= 20

Interval yang diperoleh adalah 20, maka skala yang akan digunakan untuk menganalisis adalah sebagai berikut.

$$0 \% - 19,99 \% = \text{Tidak suka (tidak diterima)}$$

$$20 \% - 39,99 \% = \text{Kurang suka (tidak diterima)}$$

$$40 \% - 59,99 \% = \text{Biasa (diterima)}$$

$$60 \% - 79,99 \% = \text{Suka(diterima)}$$

$$80 \% - 100 \% = \text{Sangat suka (diterima).}$$

Setelah memperoleh batas atas dan skala yang akan digunakan dalam menganalisis hasil dari setiap formula, maka diperoleh hasil sebagai berikut.

1) Formula 1 (20 % : 80 %)

Dari total 30 panelis konsumen, sebanyak 1 orang menilai tidak suka, 2 orang menilai kurang suka, 8 orang menilai biasa, 13 orang menilai suka, dan 6 orang menilai sangat suka. Hasil ini kemudian dikalikan dengan masing-masing skor dari penilaian.

Tidak suka	: 1 x (1)	= 1
Kurang suka	: 2 x (2)	= 4
Biasa	: 8 x (3)	= 24
Suka	: 13 x (4)	= 52
Sangat suka	: 6 x (5)	= 30
Total		= 111

Total ini kemudian dimasukkan dalam Rumus Indeks % (RI %) di bawah ini.

$$\begin{aligned} \text{RI \%} &= \text{total skor} / Y \times 100 \\ &= 111 / 150 \times 100 \\ &= \mathbf{74 \%}. \end{aligned}$$

Berdasarkan skala yang telah ditentukan sebelumnya, maka dapat diperoleh hasil bahwa tingkat kesukaan panelis pada formula 1 dinilai **suka (60 % - 79,99 %)** dengan nilai 74 % oleh panelis konsumen.

2) Formula 2 (40 % : 60 %)

Dari total 30 panelis konsumen, sebanyak 2 orang yang menilai tingkat kesukaan formula 2 biskuit biji labu kuning dengan tidak suka, 6 orang menilai kurang suka, 4 orang menilai biasa, 14 orang menilai suka, dan 4 orang menilai sangat suka. Hasil ini kemudian dikalikan dengan masing-masing skor dari indikator penilaian.

Tidak suka	: 2 x (1)	= 2
Kurang suka	: 6 x (2)	= 12
Biasa	: 4 x (3)	= 12
Suka	: 14 x (4)	= 56
Sangat suka	: 4 x (5)	= 20

Total = 102

Total ini kemudian dimasukkan dalam Rumus Indeks % (RI %) di bawah ini.

$$\begin{aligned}
 \text{RI \%} &= \text{total skor} / Y \times 100 \\
 &= 102 / 150 \times 100 \\
 &= 68 \%.
 \end{aligned}$$

Berdasarkan skala yang telah ditentukan sebelumnya, maka dapat diperoleh hasil bahwa tingkat kesukaan panelis pada formula 2 dinilai **suka (60 % - 79,99 %)** dengan nilai **68 %** oleh panelis konsumen.

3) Formula 3 (60 % : 40 %)

Dari total 30 panelis konsumen, sebanyak 3 orang yang menilai tingkat kesukaan formula 3 biskuit biji labu kuning dengan tidak suka, 3 orang menilai kurang suka, 8 orang menilai biasa, 8 orang menilai suka, dan 8 orang menilai sangat suka. Hasil ini kemudian dikalikan dengan masing-masing skor dari indikator penilaian.

Tidak suka	: 3 x (1)	= 3
Kurang suka	: 3 x (2)	= 6
Biasa	: 8 x (3)	= 24
Suka	: 8 x (4)	= 32
Sangat suka	: 8 x (5)	= 40

Total = 105

Total ini kemudian dimasukkan dalam Rumus Indeks % (RI %) di bawah ini.

$$\begin{aligned} \text{RI \%} &= \text{total skor}/Y \times 100 \\ &= 105/150 \times 100 \\ &= 70 \%. \end{aligned}$$

Berdasarkan skala yang telah ditentukan sebelumnya, maka dapat diperoleh hasil bahwa tingkat kesukaan panelis pada formula 3 dinilai **suka (60 % - 79,99 %)** dengan nilai **70 %** oleh panelis konsumen.

4) Formula 4 (80 % : 20 %)

Dari total 30 panelis konsumen, sebanyak 3 orang yang menilai tingkat kesukaan formula 4 biskuit biji labu kuning dengan tidak suka, 4 orang menilai kurang suka, 9 orang menilai biasa, 9 orang menilai suka, dan 5 orang menilai sangat suka. Hasil ini kemudian dikalikan dengan masing-masing skor dari indikator penilaian.

Tidak suka	: 3 x (1)	= 3
Kurang suka	: 4 x (2)	= 8
Biasa	: 9 x (3)	= 27
Suka	: 9 x (4)	= 36
Sangat suka	: 5 x (5)	= 25
Total		= 99

Total ini kemudian dimasukkan dalam Rumus Indeks % (RI %) di bawah ini.

$$\begin{aligned} \text{RI \%} &= \text{total skor}/Y \times 100 \\ &= 99/150 \times 100 \\ &= 66 \%. \end{aligned}$$

Berdasarkan skala yang telah ditentukan sebelumnya, maka dapat diperoleh hasil bahwa tingkat kesukaan panelis pada formula 4 dinilai **suka (60 % - 79,99 %)** dengan nilai **66 %** oleh panelis konsumen.

5) Formula 5 (100 % : 0 %)

Dari total 30 panelis konsumen, sebanyak 6 orang yang menilai tingkat kesukaan formula 5 biskuit biji labu kuning dengan tidak suka, 6 orang menilai kurang suka, 1 orang menilai biasa, 7 orang menilai suka, dan 8 orang menilai sangat suka. Hasil ini kemudian dikalikan dengan masing-masing skor dari indikator penilaian.

Tidak suka	: 6 x (1)	= 6
Kurang suka	: 6 x (2)	= 12
Biasa	: 1 x (3)	= 3
Suka	: 7 x (4)	= 28
Sangat suka	: 8 x (5)	= 40
Total		= 89

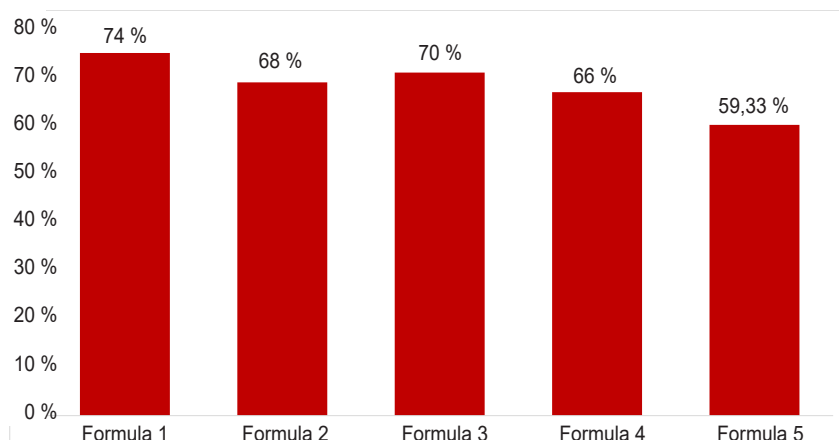
Total ini kemudian dimasukkan dalam Rumus Indeks % (RI %) di bawah ini.

$$\begin{aligned}
 \text{RI \%} &= \text{total skor} / Y \times 100 \\
 &= 89 / 150 \times 100 \\
 &= \mathbf{59,33 \%}.
 \end{aligned}$$

Berdasarkan skala yang telah ditentukan sebelumnya, maka dapat diperoleh hasil bahwa tingkat kesukaan panelis pada formula 5 dinilai **biasa (40 % - 59,99 %)** dengan nilai **59,33 %** oleh panelis konsumen.

Berdasarkan perhitungan persentase penerimaan produk biskuit berbasis biji labu kuning berdasarkan tingkat kesukaan, maka diperoleh grafik sebagai berikut.

Grafik 4.5 Persentase Penerimaan Produk Biskuit Biji Labu Kuning oleh Panelis Konsumen (%)



Syam, Kurniati Y, Zaenal, Puspitasari, Khaerani (2019)

Pada grafik di atas, dapat diketahui bahwa secara keseluruhan produk biskuit biji labu kuning dapat diterima oleh panelis konsumen dari kategori biasa hingga suka. Namun berdasarkan nilai rata-rata tertinggi dari kelima formula tersebut adalah formula 1. Sehingga, formula terpilih pada panelis konsumen berdasarkan persentase nilai tertinggi yaitu formula 1 (20 % : 100 %) dengan skor 74 % yang dinilai suka. Berdasarkan hasil analisis statistik diperoleh bahwa tidak terdapat pengaruh signifikan pada kelima formula biskuit biji labu kuning terhadap daya terima tingkat kesukaan panelis konsumen ($p = 0,780$).

1. Kandungan Zat Gizi Biskuit Berbasi Tepung Biji Labu Kuning.

Hasil analisis kandungan zat gizi pada produk biskuit berbasis tepung biji labu kuning dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 4.10 Hasil Analisis Kandungan Zat Gizi Makro dalam 100 Gram Produk Biskuit Berbasis Tepung Biji Labu Kuning

Formula Terpilih	KOMPOSISI					
	Air	Protein	Lemak	Serat Kasar	Karbohidrat	Abu
F1	5,91±0,007	11,20±0,021	33,05±0,049	1,64±0,304	48,16±0,007	1,65±0,028

Sumber: Data Primer, 2018

Syam, Kurniati Y, Zaenal, Puspitasari, Khaerani (2019)

Pada tabel di atas dapat dilihat kandungan zat gizi makro yang paling tinggi adalah kandungan karbohidrat. Kadar karbohidrat pada formula terpilih (F1) sebesar 48,16±0,007 gram. Untuk kadar protein pada formula terpilih (F1) sebesar 11,20±0,021 gram. Kadar lemak pada formula terpilih (F1) sebesar 33,05±0,049 gram. Kadar serat kasar pada formula terpilih (F1) sebesar 1,64±0,304 gram. Kadar air pada formula terpilih (F1) sebesar 5,91±0,007 gram. Dan kadar abu pada formula terpilih (F1) sebesar 1,65±0,028 gram. Pada kadar air, abu, protein, lemak, karbohidrat, dan serat kasar masing-masing dilakukan analisis sebanyak dua kali dan dihitung rata-ratanya serta standard deviasi dari masing-masing kandungan gizi tersebut.

Kandungan zat gizi dalam 36 gram biskuit berbasis tepung biji labu kuning serta % pemenuhannya terhadap AKG dapat dilihat pada uraian berikut.

a. Kandungan Karbohidrat

Kandungan karbohidrat dalam 36 gram biskuit berbasis tepung biji labu kuning pada masing-masing formula dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.11 Kadar Karbohidrat dalam 36 Gram Biskuit Berbasis Tepung Biji Labu Kuning

Formula Terpilih	Kadar Karbohidrat (Gram)	% Pemenuhan AKG			
		7 - 9 Tahun		10 - 12 Tahun	
		L	P	L	P
F1	17,33	6,82	6,82	5,99	6,30

Sumber: Data Primer, 2018

Syam, Kurniati Y, Zaenal, Puspitasari, Khaerani (2019)

Tabel 4.11 memperlihatkan kandungan karbohidrat pada formula terpilih (F1) sebesar 17,33 gram. Berdasarkan AKG 2013, anak umur 7-9 tahun memiliki jumlah kecukupan karbohidrat sebesar 254 gram pada laki-laki maupun pada perempuan, sehingga biskuit berbasis tepung biji labu kuning dapat memenuhi kecukupan karbohidrat, yaitu untuk laki-laki dan perempuan sebesar 6,82 %. Sementara pada umur 10-12 tahun, pemenuhan kecukupan karbohidrat pada laki-laki sebesar 289 gram dan pada perempuan sebesar 275 gram sehingga biskuit berbasis tepung biji labu kuning dapat memenuhi kecukupan karbohidrat pada anak laki-laki yaitu 5,99 % dan 6,30 % pada anak perempuan.

b. Kandungan Lemak

Kandungan lemak dalam 36 gram biskuit berbasis tepung biji labu kuning pada masing-masing formula dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.12 Kadar Lemak dalam 36 Gram Biskuit Berbasis Tepung Biji Labu Kuning

Formula Terpilih	Kadar Lemak (Gram)	% Pemenuhan AKG			
		7 - 9 Tahun		10 - 12 Tahun	
		L	P	L	P
F1	11,89	16,51	16,51	16,98	17,74

Sumber: Data Primer, 2018

Syam, Kurniati Y, Zaenal, Puspitasari, Khaerani (2019)

Tabel 4.12 memperlihatkan kandungan lemak pada formula terpilih (F1) sebesar 11,89 gram. Berdasarkan AKG 2013, anak umur 7-9 tahun memiliki jumlah kecukupan lemak pada laki-laki dan perempuan sebesar 72 gram, sehingga biskuit berbasis tepung biji labu kuning dapat memenuhi kecukupan lemak, yaitu sebesar 16,51 % pada laki-laki maupun perempuan. Sementara untuk umur 10-12 tahun memiliki kecukupan lemak pada laki-laki sebesar 70 gram dan pada perempuan sebesar 67 gram, sehingga biskuit berbasis tepung biji labu kuning dapat memenuhi kecukupan lemak sebesar 16,98 % pada laki-laki dan 17,74 % pada perempuan.

c. Kandungan Protein

Kandungan protein dalam 36 gram biskuit berbasis tepung biji labu kuning pada masing-masing formula dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.13 Kadar Protein dalam 36 Gram Biskuit Berbasis Tepung Biji Labu Kuning

Formula Terpilih	Kadar Protein (Gram)	% Pemenuhan AKG			
		7 - 9 Tahun		10 - 12 Tahun	
		L	P	L	P
F1	4,03	8,22	8,22	7,19	6,71

Sumber: Data Primer, 2018

Syam, Kurniati Y, Zaenal, Puspitasari, Khaerani (2019)

Tabel 4.13 memperlihatkan kandungan protein pada formula terpilih (F1) sebesar 4,03 gram. Berdasarkan AKG 2013, anak umur 7 - 9 tahun memiliki jumlah kecukupan protein sebesar 49 gram baik pada laki-laki maupun perempuan, sehingga biskuit berbasis tepung biji labu kuning memenuhi kecukupan karbohidrat, yaitu sebesar 8,22 % baik pada laki-laki maupun perempuan. Sementara pada umur 10 - 12 tahun, kecukupan protein pada laki-laki sebesar 56 gram dan pada perempuan sebesar 60 gram, sehingga biskuit berbasis tepung biji labu kuning dapat memenuhi kecukupan protein sebesar 7,19 % pada laki-laki dan 6,71 % pada perempuan.

d. Kandungan Air

Kandungan air dalam 36 gram biskuit berbasis tepung biji labu kuning pada masing-masing formula dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.14 Kadar Air dalam 36 Gram Biskuit Berbasis Tepung Biji Labu Kuning

Formula Terpilih	Kadar Air (Gram)	% Pemenuhan AKG			
		7 - 9 Tahun		10 - 12 Tahun	
		L	P	L	P
F1	2,12	0,11	0,11	0,11	0,11

Sumber: Data Primer, 2018

Syam, Kurniati Y, Zaenal, Puspitasari, Khaerani (2019)

Tabel 4.14 memperlihatkan kandungan air pada formula terpilih (F1) sebesar 0,11 gram. Berdasarkan AKG 2013, anak umur 7 - 9 tahun memiliki jumlah kecukupan air yaitu pada laki-laki dan perempuan sebesar 1900 mL atau 1900 gram, sehingga biskuit berbasis tepung biji labu kuning memenuhi kecukupan air sebesar 0,11 % baik pada laki-laki maupun perempuan. Sementara untuk umur 10 - 12 tahun memiliki kecukupan air pada laki-laki maupun perempuan yaitu sama-sama sebesar 1800 mL atau 1800 gram, sehingga biskuit berbasis tepung biji labu kuning memenuhi kecukupan air sebesar 0,11 % baik pada laki-laki maupun perempuan.

e. Kandungan Serat Kasar

Kandungan serat kasar dalam 36 gram biskuit berbasis tepung biji labu kuning pada masing-masing formula dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.15 Kadar Serat Kasar dalam 36 Gram Biskuit Berbasis Tepung Biji Labu Kuning

Formula Terpilih	Kadar Serat Kasar (Gram)	% Pemenuhan AKG			
		7 - 9 Tahun		10 - 12 Tahun	
		L	P	L	P
F1	0,59	2,26	2,26	1,96	2,10

Sumber: Data Primer, 2018

Syam A, Kurniati Y, Zaenal, Puspitasari, Khaerani (2019)

Tabel 4.15 memperlihatkan kandungan serat kasar pada formula terpilih (F1) sebesar 0,59 gram. Berdasarkan AKG 2013, pada anak umur 7 - 9 tahun memiliki jumlah kecukupan serat kasar sebesar 26 gram baik pada laki-laki maupun perempuan, sehingga biskuit berbasis tepung biji labu kuning memenuhi kecukupan serat kasar sebesar 2,26 % baik laki-laki maupun perempuan. Sementara untuk umur 10 - 12 tahun memiliki kecukupan serat kasar pada laki-laki sebesar 30 gram dan pada perempuan sebesar 28 gram sehingga biskuit berbasis tepung biji labu kuning memenuhi kecukupan serat kasar sebesar 1,96 % pada laki-laki dan 2,10 % pada perempuan.

f. Kandungan Abu

Kandungan abu dalam 36 gram biskuit berbasis tepung biji labu kuning pada masing-masing formula dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.16 Kadar Abu dalam 36 Gram Biskuit Berbasis Tepung Biji Labu Kuning

Formula Terpilih	Kadar Abu (Gram)
F1	0,59

Sumber: Data Primer, 2018

Syam, Kurniati Y, Zaenal, Puspitasari, Khaerani (2019)

Tabel di atas memperlihatkan kandungan kadar abu pada formula terpilih (F1) sebesar 0,60 gram.

1. Kandungan Zat Gizi Mikro Biskuit Berbasis Tepung Biji Labu Kuning

Hasil analisis kandungan gizi pada produk biskuit berbasis biji labu kuning dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.17 Hasil Analisis Kandungan Vitamin dalam 100 Gram Produk Biskuit Berbasis Biji Labu Kuning

Vitamin	Vitamin A	Vitamin C
	8,221 mg	0,024 mg
	8,155 mg	0,027 mg

Sumber: Data Primer, 2018

Syam, Kurniati Y, Zaenal, Puspitasari, Khaerani (2019)

$$\text{Vitamin A : P1 } \frac{8,221}{100} \times 30 = 2,46 \text{ mg}$$

$$\text{P2 } \frac{8,155}{100} \times 30 = 2,43 \text{ mg}$$

$$\text{Vitamin C : P1 } \frac{0,024}{100} \times 30 = 0,0072 \text{ mg}$$

$$\text{P2 } \frac{0,027}{100} \times 30 = 0,081 \text{ mg}$$

Pada tabel 4.17 dapat dilihat kandungan vitamin pada produk biskuit berbasis biji labu kuning kandungan vitamin C lebih banyak daripada kandungan vitamin A. Kandungan vitamin C adalah 8,22 mg sedangkan vitamin A sebanyak 0,027 mg.

Tabel 4.18 Hasil Analisis Kandungan Mineral dalam 10 Gram Produk Biskuit Berbasis Biji Labu Kuning

Mineral	
Ca (kalsium)	6,08 mg
K (Kalium)	36,77 mg
Cl (Chlor)	46,23 mg
Mo (Molybdenium)	0,5 mg
Zn (Zink)	1,52 mg

Syam, Kurniati Y, Zaenal, Puspitasari, Khaerani (2019)

Pada tabel 4.18 dapat dilihat kandungan mineral terbanyak pada biskuit berbasis biji labu kuning adalah kandungan Chlor yaitu sebanyak 46,23 mg, sedangkan yang paling sedikit adalah terakhir adalah molybdenium dengan kandungan 0,5 mg.

1. Ekstraksi

Sampel sebanyak 100 g diekstraksi dengan cara maserasi menggunakan pelarut etanol 70 %. Ekstraksi dengan metode maserasi dipilih karena tidak menggunakan panas sehingga menghindari rusaknya senyawa fitokimia yang bersifat termolabil dalam biskuit BLK. Ekstraksi dilakukan selama 3 x 24 jam, filtrat disaring menggunakan pompa vakum kemudian dipekatkan dengan Rotary Evaporator (RE), maka diperoleh ekstrak kental. Ekstrak kental yang diperoleh berwarna kuning sebanyak 30 ml.

2. Uji Fitokimia

Uji fitokimia dilakukan untuk mengetahui senyawa aktif dalam biskuit biji labu kuning. Hasil uji fitokimia biskuit BLK tertera pada tabel 4.19 di bawah ini.

Tabel 4.19 Hasil Uji Fitokimia Biskuit Biji Labu Kuning

Senyawa Fitokimia	Hasil Uji
Fenolik	+
Flavonoid	+

(Sumber: Data Primer, 2018)

Syam, Kurniati Y, Zaenal, Puspitasari, Khaerani (2019)

Keterangan:

+ : positif (terdapat dalam sampel)

Data dalam tabel 4.19 menunjukkan bahwa dalam biskuit BLK terkandung senyawa aktif. Biskuit BLK positif mengandung fenolik dan flavonoid. Adanya senyawa fitokimia seperti fenolik dan flavonoid mengindikasikan bahwa biskuit BLK berpotensi sebagai antioksidan (Pratt, 1992).

Tabel 4.20 Kadar Flavonoid Total

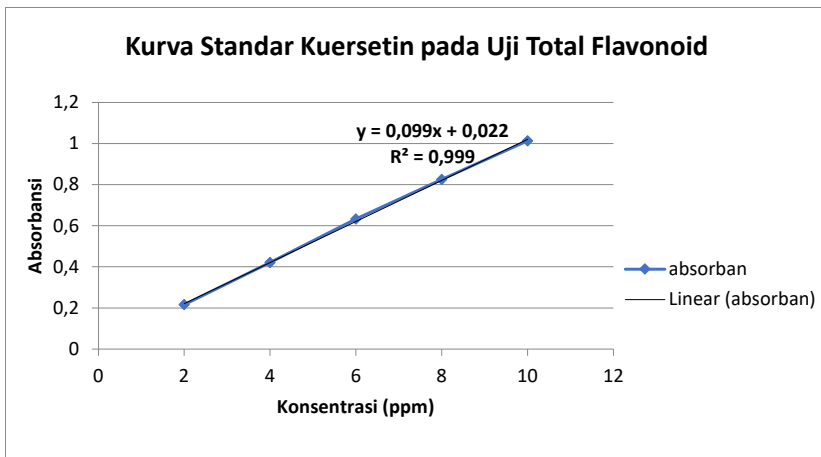
Replika	Absorbansi	Flavonoid Total (mgQE/g eks)	Rata-rata Flavonoid Total (mgQE/g eks)
1	0,28419	0,467	0,466
2	0,28367	0,466	
3	0,28279	0,465	

(Sumber: Data Primer, 2018)

Syam, Kurniati Y, Zaenal, Puspitasari, Khaerani (2019)

Berdasarkan tabel 4.20 menunjukkan bahwa rata-rata kandungan flavonoid total biskuit BLK dengan 3 kali replika, yaitu 0,466 mg kuersetin ekuivalen per gram ekstrak.

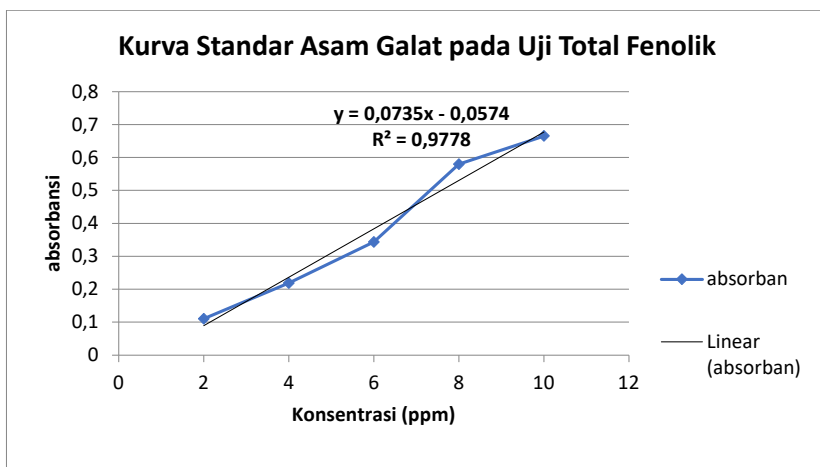
Grafik 4.6 Kurva Standar Kuersetin pada Uji Total Flavonoid



Syam, Kurniati Y, Zaenal, Puspitasari, Khaerani (2019)

Salah satu syarat metode analisis dikatakan valid menurut Harmita (2004) dan Synder dkk. (1997) adalah nilai koefisien korelasinya $\geq 0,999$. Nilai koefisien korelasi yang semakin mendekati angka 1 menandakan bahwa suatu kurva kalibrasi menghasilkan garis yang linear dan kesalahan yang dapat terjadi antara 2 variabel yang berhubungan (absorbansi dan konsentrasi) semakin kecil. Berdasarkan grafik 4.6 menunjukkan nilai koefisien korelasi yang dihasilkan berdasarkan rasio serapan terhadap konsentrasi menunjukkan nilai 0,999. Hal ini membuktikan bahwa metode analisis yang digunakan telah memenuhi syarat linearitas pada rentang konsentrasi 2 ppm sampai 10 ppm.

Grafik 4.7 Kurva Standar Asam Galat pada Uji Total Fenol



Syam, Kurniati Y, Zaenal, Puspitasari, Khaerani (2019)

Berdasarkan grafik 4.7 menunjukkan nilai koefisien korelasi yang dihasilkan berdasarkan rasio serapan terhadap konsentrasi menunjukkan nilai 0,977. Hal ini membuktikan bahwa metode analisis yang digunakan telah memenuhi syarat linearitas pada rentang konsentrasi 2 ppm sampai 10 ppm.

Tabel 4.21 Kadar Fenol Total

Replika	Absorbansi (685 nm)	Fenol Total (mgGAE/g eks)	Rata-rata Fenol Total (mgGAE/g eks)
1	0,35692	0,423	0,422
2	0,35839	0,424	
3	0,35612	0,421	

(Sumber: Data Primer, 2018)

Syam, Kurniati Y, Zaenal, Puspitasari, Khaerani (2019)

Berdasarkan tabel 4.21 menunjukkan bahwa rata-rata kandungan fenol total biskuit BLK dengan 3 kali replika, yaitu 0,422 mg asam galat ekuivalen per gram ekstrak.

3. Uji Aktivitas Antioksidan dengan DPPH

Uji aktivitas antioksidan pada ekstrak etanol biskuit BLK dilakukan dengan menggunakan metode uji penangkap radikal bebas DPPH. Adapun hasil analisis biskuit BLK terlihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 4.22 Hasil Uji Aktivitas Antioksidan Biskuit Biji Labu Kuning

Replika	Absorbansi λ 517 nm	Blanko	% Daya Hambat	Rata-rata % Daya Hambat
1	0,467	0,724	35,49	35,36
2	0,469	0,724	35,22	

(Sumber: Data Primer, 2018)

Syam, Kurniati Y, Zaenal, Puspitasari, Khaerani (2019)

Berdasarkan tabel di atas didapatkan hasil perhitungan % daya hambat terhadap DPPH dilakukan 2 kali replika. Replika pertama daya hambatnya 35,49 %, replika kedua, yaitu 35,22 %, dan rata-rata daya hambat, yaitu 35,36 %.

1. Pembuatan Formula Terpilih Produk Biskuit Berbasis Tepung Biji Labu Kuning (*Cucurbita Sp*)

Untuk membuat produk tepung biji labu kuning (*cucurbita Sp*), terlebih dahulu memilih kondisi labu kuning (*cucurbita Sp*) yang di jual di pasaran. Labu yang di gunakan adalah labu kuning (*cucurbita Sp*) yang sudah tua atau cukup matang dan dengan tekstur buah sedang hingga besar. Hal ini dikarenakan besar atau kecilnya labu mempengaruhi biji labu tersebut begitu pula dengan kondisi labu yang masih mentah, yang mana volume bijinya tipis dibandingkan dengan labu yang sudah tua atau matang.

Setelah labu kuning (*cucurbita Sp*) tersebut diambil bijinya lalu dicuci bersih dan dikeringkan di bawah terik matahari selama $\pm 6 - 8$ jam. Setelah itu biji labu kuning tersebut di oven selama ± 2 jam pada suhu 70°C . Setelah di

oven, biji labu tersebut diblender lalu diayak dengan ayakan 32 mesh hingga mencapai berat sebanyak 60 gram dari hasil perbandingan formula terpilih pada uji daya terima.

2. Analisis Perubahan Mutu Selama Penyimpanan

a. Hasil Analisis Total Mikroba

Hasil analisis total mikroba pada produk biskuit berbasis tepung biji labu kuning (*cucurbita Sp*) yaitu:

Tabel 4.23 Hasil Analisis Total Mikroba

Hari Ke-	Total Mikroba (CFU/gr atau mL)		
	Suhu 25 °C	Suhu 35 °C	Suhu 45 °C
0	35 x 10 ⁴	35 x 10 ⁴	35 x 10 ⁴
14	56 x 10 ⁴	8 x 10 ⁴	2 x 10 ⁴

(Sumber: Data Primer, 2018)

Syam, Kurniati Y, Zaenal, Puspitasari, Khaerani (2019)

Berdasarkan tabel 4.23 diketahui bahwa terjadi peningkatan total mikroba pada setiap suhu berbeda dari penyimpanan hari ke-0 hingga penyimpanan hari ke-14. Peningkatan mikroba tertinggi terjadi pada penyimpanan suhu 25 °C yaitu dari 35 × 10⁴ menjadi 56 × 10⁴ CFU/gr dan peningkatan total mikroba pada penyimpanan suhu 35 °C yaitu dari 35 × 10⁴ menjadi 8 × 10⁴ CFU/gr sedangkan peningkatan mikroba pada suhu 45 °C yaitu dari 35 × 10⁴ menjadi 2 × 10⁴ CFU/gr.

b. Hasil Analisis Kadar Air

Hasil analisis kadar air pada produk pada produk biskuit berbasis tepung biji labu kuning (*cucurbita Sp*) adalah:

Tabel 4.24 Hasil Analisis Rata-rata Kadar Air

Hari Ke-	Rata- rata Kadar Air (%)		
	Suhu 25 °C	Suhu 35 °C	Suhu 45 °C
0	2,36	2,36	2,36
4	3,51	2,95	2,44
8	4,41	3,28	2,82
11	7,20	4,71	3,34
14	8,80	5,58	3,99

(Sumber: Data Primer, 2018)

Syam, Kurniati Y, Zaenal, Puspitasari, Khaerani (2019)

Berdasarkan tabel 4.24 diketahui bahwa pada penyimpanan dengan suhu yang berbeda terjadi perubahan kadar air produk biskuit berbasis tepung biji labu kuning, yang mengalami peningkatan selama 14 hari masa penyimpanan. Pada penyimpanan suhu 25 °C terjadi peningkatan kadar air dari 2,36 % menjadi 8,80 %. Pada penyimpanan suhu 35 °C juga terjadi peningkatan kadar air dari 2,36 % menjadi 5,58 %. Dan juga pada penyimpanan suhu 4 °C terjadi peningkatan kadar air yaitu dari 2,36 % menjadi 3,99 %.

c. Masa simpan Produk Biskuit Berbasis Tepung Biji Labu Kuning Terpilih

Penentuan orde reaksi diketahui dari data perubahan mutu kadar air tepung bubuk instan labu siam selama penyimpanan. Nilai persamaan grafik dan nilai R^2 formula di berbagai suhu penyimpanan sebagai berikut.

Tabel 4.25 Persamaan Reaksi Hubungan Antara Perubahan Mutu Kadar Air dan Suhu Penyimpanan Pada Orde Reaksi Nol dan Orde Reaksi Satu

T (°C)	Orde Reaksi Nol		Orde Reaksi Satu		Orde Reaksi terpilih
	Persamaan reaksi	R ²	Persamaan Reaksi	R ²	
25 °C	$y = 1.642x + 0.492$	0.9337	$y = 0.0935x + 0.8944$	0.9799	1
35 °C	$y = 0.2329x + 2.0923$	0.918	$y = 0.062x + 0.8304$	0.9565	1
45 °C	$y = 0.1148x + 2.1684$	0.8956	$y = 0.0376x + 0.8074$	0.9268	1

(Sumber: Data Primer, 2018)

Syam, Kurniati Y, Zaenal, Puspitasari, Khaerani (2019)

Berdasarkan tabel 4.25 dapat diketahui bahwa orde reaksi terpilih untuk ketiga suhu penyimpanan berturut-turut adalah suhu 25 °C orde reaksi satu, suhu 35 °C orde reaksi satu, dan suhu 45 °C orde reaksi satu, Selanjutnya berdasarkan data yang diperoleh selama pengamatan penurunan mutu kadar air dan dengan ditetapkannya orde reaksi pada masing-masing suhu maka dilakukan perhitungan lanjutan terhadap nilai k dengan rumus:

$$A - A_0 = -k \cdot t \text{ (orde nol)}$$

$$\ln A = \ln A_0 - k \cdot t \text{ (orde satu)}$$

Selanjutnya perhitungan untuk mengetahui masa simpan pada suhu penyimpanan yang berbeda-beda berdasarkan orde reaksi terpilih.

Produk biskuit biji labu kuning yang disimpan dalam suhu 25 °C, 35 °C dan 45 °C masing-masing memiliki nilai k dan masa simpan yaitu sebagai berikut:

Tabel 4.26 Nilai Konstanta Perubahan Mutu dan Masa Simpan Biskuit Biji Labu Kuning

Suhu (°C)	Nilai k	Masa simpan (hari)
25 °C	0.094	7
35 °C	0.0614	12
45 °C	0.0375	20

(Sumber: Data Primer, 2018)

Syam, Kurniati Y, Zaenal, Puspitasari, Khaerani (2019)

Berdasarkan tabel di atas dapat diketahui bahwa nilai k (konstanta perubahan mutu) produk berbeda-beda pada setiap suhu penyimpanan. Nilai k tertinggi adalah pada penyimpanan suhu 25 °C yaitu 0,0942 sedangkan nilai k terendah adalah pada penyimpanan suhu 45 °C yaitu 0,0374. semakin rendah nilai k, maka semakin lama masa simpan produk.

d. Perhitungan Energi Aktivasi

Nilai energi aktivasi diperoleh dari slope grafik garis lurus hubungan $\ln k$ dengan $(1/T)$ yang mana T (suhu)

dalam Kelvin. Maka di dapatkan nilai $\ln k$ dan nilai $1/T$ sebagai berikut.

Tabel 4.27 Nilai $\ln k$ dan $1/T$ di Masing-masing Suhu Penyimpanan

T (°C)	T (K)	1/T	Nilai K	ln K
25	298	0,003356	0,094	-2,36446
35	308	0,003247	0,0614	-2,79034
45	318	0,003145	0,0375	-3,28341

(Sumber: Data Primer, 2018)

Syam, Kurniati Y, Zaenal, Puspitasari, Khaerani (2019)

Berdasarkan tabel 4.27 diketahui masing-masing nilai $1/T$ dan $\ln k$ dari setiap suhu penyimpanan. Selanjutnya akan diplotkan untuk mendapatkan grafik hubungan antara lama penyimpanan dan perubahan kadar air. Plot data tersebut akan mendapatkan persamaan regresi linear dengan nilai slopenya $(-E_a/R)$ sehingga nilai E_a dapat dihitung. Adapun diperoleh nilai energi aktivasi adalah sebagai berikut.

Tabel 4.28 Nilai Energi Aktivasi (E_a) Parameter Mutu Kadar Air Pada Produk Biskuit Berbasis tepung Biji labu Kuning (*Cucurbita Sp*)

Persamaan Reaksi	Slope ($-E_a/R$)	E_a (kkal/mol)
$y = 4350,1x + 16,948$	4350,1	8,6

(Sumber: Data Primer, 2018)

Syam, Kurniati Y, Zaenal, Puspitasari, Khaerani (2019)

A. Pembahasan

1. Daya Terima Kelima Formula Biskuit Berbasis Tepung Biji Labu Kuning oleh Panelis Terlatih Melalui Uji Mutu Kesukaan

a. Warna

Warna merupakan salah satu faktor penting dalam memilih produk makanan. Warna merupakan atribut kualitas yang paling penting. Bersama-sama dengan tekstur dan rasa, warna berperan dalam penentuan tingkat penerimaan suatu makanan. Meskipun suatu produk bernilai gizi tinggi, rasa enak dan tekstur baik namun jika warna tidak menarik makan akan menyebabkan produk tersebut kurang diminati.

Berdasarkan analisis statistik diperoleh bahwa warna berpengaruh secara signifikan terhadap penerimaan berbagai formula biskuit biji labu kuning oleh panelis terlatih ($p=0,000$). Untuk melihat adanya perbedaan ditunjukkan dengan menggunakan uji *Mann-Whitney U*. Berdasarkan hasil terdapat perbedaan signifikan ditunjukkan pada formula 1 dan 4 ($p=0,001$), formula 1 dan 5 ($p=0,000$), formula 2 dan 4 ($p=0,001$), formula 2 dan 5 ($p=0,000$), formula 3 dan 4 ($p=0,036$), formula 3 dan 5 ($p=0,004$). Hal ini menunjukkan bahwa formula 1, formula 2 dan formula 3 memberikan pengaruh yang signifikan atau perbedaan bermakna terhadap kesukaan warna dari ketiga formula tersebut sehingga ketiga formula dari biskuit biji labu kuning tersebut dapat diterima oleh panelis terlatih.

Untuk mutu kesukaan berdasarkan parameter warna dari biskuit berbasis tepung biji labu kuning panelis terlatih menilai bahwa, formula 2 sebagai formula yang paling disukai dari parameter warna berdasarkan nilai persentase tertinggi yaitu 70,66 % artinya disukai. Formula 1 memiliki nilai persentase yang tidak jauh berbeda dengan formula 2 dengan nilai persentase formula 1 yaitu 69,33 % yang artinya disukai. Semakin tinggi konsentrasi tepung biji labu kuning yang ditambahkan pada biskuit, maka warna biskuit yang dihasilkan semakin cokelat. Pada biskuit formula 1 memiliki warna kuning yang agak pucat, warna biskuit formula 2 memiliki warna kuning terang, warna biskuit formula 3 memiliki warna yang cokelat agak gelap, warna biskuit cokelat gelap, dan warna biskuit formula 5 memiliki warna cokelat sangat gelap.

Warna cokelat yang ditimbulkan pada biskuit disebabkan karena proses pemanggangan adonan yang terjadi reaksi *Mailard* dan karamelisasi. Reaksi pencokelatan pada reaksi *Mailard* merupakan urutan peristiwa yang dimulai dengan reaksi gugus amino pada asam amino, peptida, atau protein dengan gugus hidroksil glikosidik pada gula, yang diakhiri dengan pembentukan polimer nitrogen berwarna cokelat atau melanoidin. Karamelisasi terjadi jika suatu larutan sukrosa diuapkan maka konsentrasi dan titik didihnya akan mengikat. Apabila gula terus dipanaskan hingga suhu mencapai titik leburnya maka mulailah terjadi karamelisasi sukrosa (Winarno, 2004). Selain itu warna biskuit yang dihasilkan berasal dari warna tepung

labu biji kuning yang berwarna kuning serta pengaruh protein yang bergabung dengan gula atau pati dalam suasana panas akan menyebabkan warna menjadi gelap. Menurut Winarno (2004) bahwa secara visual warna sangat menentukan suatu pangan diterima atau tidak oleh masyarakat atau konsumen. Makanan yang memiliki rasa enak, bergizi dan bertekstur baik belum tentu akan disukai oleh konsumen apabila bahan pangan tersebut memiliki warna yang tidak sedap dipandang atau menyimpang dari warna yang seharusnya.

b. Aroma

Aroma makanan banyak menentukan kelezatan makanan tersebut, oleh karena itu aroma merupakan salah satu faktor dalam penentuan mutu (Asmaraningtyas, 2014). Aroma merupakan sensasi sensoris yang dialami oleh indera pembau. Aroma adalah bau yang ditimbulkan oleh rangsangan kimia yang tercium oleh syaraf-syaraf olfaktori yang berada dalam rongga hidung ketika makanan masuk ke mulut (Indrasti, 2004). Dalam industri pangan, pengujian aroma atau bau dianggap penting karena cepat dan dapat memberikan hasil penilaian terhadap produk terkait diterima atau tidaknya suatu produk. Aroma biskuit biji labu kuning dipengaruhi oleh lemak, telur, jenis dan konsentrasi tepung yang digunakan. Pada pembuatan biskuit biji labu kuning, digunakan berat bahan yang sama untuk semua jenis bahan tetapi berbeda dalam komposisi tepung. Aroma biskuit keluar saat proses pemanggangan.

Semakin tinggi konsentrasi tepung biji labu kuning yang ditambahkan pada biskuit, maka aroma biskuit yang dihasilkan akan semakin tercium biji labu kuningnya. Pada biskuit biji labu kuning yang dibuat terdapat 5 macam perlakuan yang mana aroma biskuit yang paling sedikit penambahan tepung biji labu kuningnya (20 %) memiliki aroma biji labu kuning yang kurang tercium. Semakin tinggi konsentrasi penambahan tepung biji labu kuning pada biskuit maka aroma biskuit semakin tercium aroma biji labu kuningnya sehingga kesukaan panelis terhadap atribut aroma semakin berkurang. Aroma biji labu kuning seperti aroma minyak yang agak tengik. Semakin tinggi konsentrasi penambahan tepung biji labu kuning maka akan mempengaruhi aroma biskuit.

Daya terima panelis terhadap atribut aroma, yang mana produk biskuit dengan persentase tepung biji labu kuning (20 %) atau formula 1 memiliki nilai persentase tertinggi sebesar 77,33 % yang artinya disukai. Sedangkan, formula dengan skor terendah adalah formula 5 dengan nilai skor 32 % yang artinya kurang disukai. Berdasarkan hasil analisis statistik diperoleh bahwa tekstur memiliki pengaruh secara signifikan terhadap penerimaan berbagai formula biskuit biji labu kuning oleh panelis terlatih ($p=0,000$). Perbedaan signifikansi ditunjukkan pada biskuit biji labu kuning formula 1 dan 4 ($p=0,000$), formula 1 dan 5 ($p=0,000$), formula 2 dan 4 ($p=0,000$), formula 2 dan 5 ($p=0,000$), formula 3 dan 4 ($p=0,000$), dan formula 3 dan 5 ($p=0,000$). Dari hasil analisis tersebut dapat

disimpulkan bahwa, ketiga formula biskuit yaitu formula 1, 2, dan 3 memberi pengaruh yang bermakna terhadap kesukaan pada aroma biskuit serta dapat diterima dan termasuk dalam kategori disukai. Untuk mutu kesukaan dari aroma biskuit maka formula biskuit dari formula 1 (20 % : 100 %) yang terpilih sebagai formula dengan nilai persentase tertinggi dan paling disukai di antara formula lainnya.

c. Rasa

Penilaian rasa merupakan penilaian yang dilakukan melalui indera pencicip (Floros, 1993). Rasa biskuit yang baik merupakan rasa yang normal dan tidak tengik (Departemen perindustrian, 1990). Rasa merupakan tanggapan atas adanya rangsangan kimiawi yang sampai di indera pengecap lidah, khususnya jenis rasa dasar yaitu manis, asin, asam, dan pahit. Menurut Winarno (2004), rasa melibatkan indera cecapan yaitu lidah. Penginderaan cecapan dibagi menjadi empat cecapan utama yaitu asin, asam, manis, dan pahit. Rasa makanan dapat dikenali dan dibedakan oleh kuncup-kuncup cecapan yang terletak pada papila.

Semakin tinggi konsentrasi tepung biji labu kuning yang ditambahkan pada biskuit, maka rasa biskuit yang dihasilkan semakin terasa biji labu kuningnya. Pada biskuit biji labu kuning yang dibuat terdapat 5 macam perlakuan yang mana rasa biskuit yang memiliki penambahan tepung biji labu yang paling sedikit memiliki rasa biji labu kuning yang kurang terasa biji labu kuningnya. Formula 1 (20 %) memiliki

rasa manis dan agak terasa biji labu kuningnya. Formula 2 (40 %) memiliki rasa manis dan terasa biji labu kuningnya. Formula 3 memiliki rasa manis dan terasa biji labu kuningnya dan rasanya baik. Formula 4 memiliki rasa kurang manis dan terasa sekali biji labu kuning (kurang enak). Formula 5 memiliki rasa yang agak pahit dan terasa sekali biji labu kuningnya.

Daya terima panelis terhadap atribut rasa, yang mana produk biskuit formula 3 (60 %) memilih nilai persentase tertinggi sebesar 74,66 % artinya disukai oleh panelis terlatih. Nilai persentase terendah adalah formula 5 sebesar 36 % yang artinya kurang disukai. Berdasarkan hasil analisis statistik diperoleh bahwa rasa berpengaruh secara signifikan terhadap penerimaan berbagai formula biskuit biji labu kuning oleh panelis terlatih ($p=0,000$) (Tabel 5.5). Perbedaan signifikan ditunjukkan pada biskuit biji labu kuning pada formula 1 dan 4 ($p=0,006$), formula 1 dan 5 ($p=0,000$), formula 2 dan 4 ($p=0,001$), formula 2 dan 5 ($p=0,000$), formula 3 dan 4 ($p=0,002$), formula 3 dan 5 ($p=0,000$), dan formula 4 dan 5 ($p=0,027$). Hal ini menunjukkan bahwa rasa dari ketiga formula yaitu formula 1, 2, dan 3 memiliki pengaruh yang bermakna terhadap kesukaan dari parameter rasa. Sehingga ketiga formula tersebut dapat diterima dan disukai oleh panelis.

d. Tekstur

Tekstur pada produk biskuit berhubungan dengan komposisi dan jenis bahan baku yang digunakan.

Menurut McWilliams (2001), tepung terigu merupakan komponen utama pada sebagian besar adonan biskuit, sereal, dan kue kering. Memberikan tekstur yang elastis karena kandungan glutennya dan menyediakan tekstur padat setelah dipanggang. Pati merupakan komponen lain yang penting pada tepung terigu dan tepung lainnya. Air terikat oleh pati ketika terjadi gelatinisasi dan akan hilang pada saat pemangangan. Hal inilah yang menyebabkan adonan berubah menjadi renyah pada produk panggang. Tekstur suatu bahan pangan merupakan salah satu sifat fisik dari bahan pangan. Hal ini berhubungan dengan rasa pada waktu mengunyah bahan tersebut (Rampengan dkk, 1985).

Semakin tinggi konsentrasi penambahan tepung biji labu kuning, maka semakin berkurang kerenyahan dari formula biskuit biji labu kuning. Formula 1 memiliki nilai persentase tertinggi yaitu 77,33 % yang artinya disukai oleh panelis. Nilai persentase terendah dari kelima formula yaitu formula 5 dengan nilai 32 % yang artinya kurang disukai oleh panelis. Hal ini disebabkan karena kerenyahan dari biskuit formula dengan tingkat penambahan tepung biji labu kuning yang semakin banyak akan menyebabkan kerenyahannya semakin berkurang. Formula 5 biskuit biji labu kuning memiliki tekstur yang tidak renyah.

Berdasarkan hasil analisis statistik diperoleh bahwa tekstur memiliki pengaruh secara signifikan terhadap penerimaan berbagai formula biskuit biji labu kuning oleh panelis terlatih ($p=0,000$). Perbedaan signifikan ditunjukkan pada biskuit biji labu kuning formula 1

dan 4 ($p=0,000$), formula 1 dan 5 ($p=0,000$), formula 2 dan 4 ($p=0,000$), formula 2 dan 5 ($p=0,000$), formula 3 dan 4 ($p=0,000$), dan formula 3 dan 5 ($p=0,000$). Hal ini menunjukkan bahwa ketiga formula biskuit yaitu formula 1, 2, dan 3 memiliki pengaruh yang signifikan terhadap penerimaan tingkat kesukaan pada parameter tekstur yang sehingga ketiga formula tersebut diterima. Maka untuk pemilihan formula terpilih dari parameter tekstur dilihat dari nilai persentase tertinggi yaitu formula 1 dengan nilai sebesar 77,33 % yang artinya disukai.

Berdasarkan penjelasan tentang daya terima uji tingkat kesukaan pada panelis konsumen dan panelis terlatih maka formula terpilih sebagai formula terbaik adalah formula 1. Hal ini disebabkan karena pada panelis konsumen memiliki nilai persentase tertinggi diantara formula lainnya. Kemudian untuk formula terpilih dari pilihan panelis terlatih bahwa tiap formula memiliki keunggulan di tiap parameter berbeda. Namun dengan pertimbangan bahwa formula 1 unggul di parameter atribut aroma dan tekstur maka formula 1 terpilih sebagai formula terbaik. Hal ini juga disebabkan karena penilaian analisis statistik yang mana ketiga dari formula 1, 2 dan 3 memiliki penerimaan yang bermakna sama dari tiap parameter atribut sehingga dengan melihat bahwa panelis konsumen juga paling menyukai formula 1 maka formula 1 juga terpilih sebagai pilihan terbaik dari panelis terlatih.

2. Daya Terima Kelima Formula Biskuit Berbasis Tepung Biji Labu Kuning Oleh Panelis Konsumen Melalui Uji Tingkat Kesukaan

Uji daya terima kelima formula biskuit berbasis tepung biji labu kuning oleh panelis konsumen dilakukan dengan memberikan penilaian berdasarkan tingkat kesukaan. Berdasarkan hasil dari analisis statistik melalui uji Kruskal-Wallis diperoleh nilai $p=0,780$ terhadap kelima formula biskuit berbasis tepung biji labu kuning. Hal ini artinya bahwa perbedaan persentasi penambahan tepung biji labu kuning tidak memberikan pengaruh yang signifikan atau perbedaan bermakna terhadap tingkat kesukaan konsumen. Kesukaan konsumen terhadap biskuit berbasis tepung biji labu kuning dilihat dari nilai persentasi tertinggi terhadap kelima formula tersebut. Nilai persentase tertinggi dari kelima formula biskuit yaitu formula 1 dengan skor 74 % yang artinya disukai. Formula 1 yaitu formula dengan persentase tepung biji labu kuning yang paling sedikit, yaitu sebesar 20 %. Formula 1 memiliki nilai persentase kesukaan yang tidak jauh berbeda dengan formula 3 dengan nilai persentase sebesar 70 % (disukai) yang menunjukkan bahwa dengan penambahan tepung biji labu kuning sebesar 60 % formula tersebut dapat diterima dan disukai oleh anak-anak. Kelima formula biskuit berbasis tepung biji labu kuning dapat diterima dan disukai oleh anak-anak dalam kategori biasa hingga disukai (59,33 % - 74 %). Hal ini menunjukkan bahwa anak-anak juga menyukai biskuit dengan penambahan tepung biji labu kuning yang lebih daripada tepung terigu. Pemilihan formula terbaik dari pilihan panelis konsumen dengan melihat dari nilai

persentase tertinggi terhadap kelima formula yaitu formula 1. Tingginya tingkat penerimaan biskuit tepung biji labu kuning pada formula 1 karena penggunaan tepung biji labu kuning yang paling sedikit daripada formula lainnya. Sehingga biskuit formula 1 masih terasa seperti biskuit pada umumnya tanpa penambahan tepung jenis lain. Hal ini disebabkan karena kebiasaan anak-anak yang mengonsumsi biskuit tanpa campuran tepung jenis lain sehingga anak-anak lebih menyukai apa yang sering dikonsumsi.

3. Kandungan Gizi Makro Biskuit Berbasis Tepung Biji Labu Kuning

Zat gizi yang terkandung dalam bahan pangan akan rusak pada sebagian besar proses pengolahan karena sensitif terhadap pH, oksigen, sinar dan panas atau kombinasi diantaranya (Anshar, 2012). Umumnya selama proses pengolahan terjadi kerusakan zat gizi secara bertahap pada bahan makanan, misalnya protein mengalami kerusakan atau denaturasi. Tetapi dengan adanya proses pengolahan dapat meningkatkan aroma dan cita rasa suatu produk makanan (Ashari, 2014).

a. Kandungan Karbohidrat

Kandungan karbohidrat pada biji labu kuning hanya sedikit yaitu sebesar 10,71 gram/100 gram, namun pada produk biskuit biji labu kuning terjadi peningkatan jumlah karbohidrat yang disebabkan penambahan bahan-bahan lain yang mengandung karbohidrat seperti tepung terigu dan gula pasir.

Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI 01-2873-1992) berdasarkan syarat mutu biskuit, kandungan

karbohidrat pada biskuit adalah minimal 70 %. Kandungan karbohidrat pada formula terpilih (F1) $48,16 \pm 0,007$ % sehingga formula terpilih tidak memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI). Hasil analisis dalam 36 gram biskuit berbasis tepung biji labu kuning menunjukkan bahwa formula terpilih (F1) memiliki kadar karbohidrat sebesar 17,33 gram. Kandungan karbohidrat tersebut dapat memenuhi 6,82 % angka kecukupan gizi anak usia 7 - 9 tahun, dan dapat memenuhi angka kecukupan gizi sebesar 5,99 % pada anak laki-laki usia 10 - 12 tahun, serta 6,30 % angka kecukupan gizi pada anak perempuan usia 10-12 tahun.

Dalam bahan pangan keberadaan karbohidrat kadang kala tidak sendiri melainkan berdampingan dengan zat gizi yang lain seperti protein dan lemak. Karbohidrat merupakan bahan yang sangat diperlukan tubuh manusia, hewan, dan tumbuhan disamping lemak dan protein. Senyawa ini dalam jaringan merupakan cadangan makanan atau energi yang disimpan dalam sel. Sebagian besar karbohidrat yang ditemukan di alam terdapat sebagai polisakarida molekul tinggi. Karbohidrat mempunyai peranan penting dalam menentukan karakteristik bahan makanan, misalnya rasa, warna, tekstur dan lain-lain. Karbohidrat yang terasa manis disebut gula (sakarín) (Beck, 2011).

b. Kandungan Lemak

Secara kimiawi, lemak merupakan bagian dari lipida, yang merupakan ester asam lemak dengan gliserol.

Gliserol mempunyai tiga gugus hidroksi yang masing-masing mengikat satu molekul asam lemak, sehingga satu molekul lemak terdiri atas satu molekul gliserol dan tiga molekul asam lemak. Oleh karena itu, lemak atau minyak disebut sebagai triasilgliserol (asil = asam lemak) atau secara umum disebut sebagai trigliserida (meskipun nama yang paling benar secara kimiawi adalah triasilgliserol). Triasilgliserol disebut juga sebagai lemak netral (Muchtadi, 2009).

Kandungan lemak pada biji labu kuning cukup tinggi yaitu 49,05 gram/100 gram, namun pada produk biskuit biji labu kuning mengalami penurunan kadar lemak menjadi $33,05 \pm 0,049$ gram/100 gram. Penurunan kadar lemak setelah menjadi biskuit disebabkan proses pengeringan dan pemanggangan biji menjadi tepung lalu menjadi produk biskuit yang cukup lama dengan suhu yang cukup tinggi. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Sitoresmi (2012), menurut Sitoresmi (2012) bahwa kadar lemak tempe dengan lama waktu pemanggangan 30 menit lebih tinggi di bandingkan dengan lama waktu pemanggangan 35 menit, sehingga semakin lama waktu pemanggangan kadar lemak menjadi lebih rendah. Hal ini di sebabkan karena pengaruh pemanasan selama proses pemanggangan akan memecah komponen-komponen lemak menjadi produk volatil seperti aldehid, keton, alkohol, asam dan hidrokarbon yang sangat berpengaruh terhadap pembentukan *flavor*. Semakin lama waktu pemanggangan kadar lemak menjadi lebih rendah.

Lemak merupakan sumber kalori yang tinggi dibandingkan dengan protein dan karbohidrat. Lemak yang dioksidasi secara sempurna dalam tubuh akan menghasilkan 9,3 kalori setiap gram lemak, sedangkan protein dan karbohidrat hanya menghasilkan 4,1 dan 4,2 kalori setiap gramnya. Lemak atau minyak yang ditambahkan ke dalam bahan pangan harus memenuhi persyaratan dan sifat-sifat tertentu yang berhubungan dengan mutu dan cita rasanya (Poedjiadi, 2009).

Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI 01-2873-1992) berdasarkan syarat mutu biskuit, kandungan lemak pada biskuit adalah minimal 9,5 %. Kandungan lemak pada formula terpilih Kandungan lemak pada formula terpilih (F1) yaitu $33,05 \pm 0,049$ gram, sehingga formula terpilih (F1) memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI). Hasil analisis dalam 36 gram biskuit berbasis tepung biji labu kuning menunjukkan formula terpilih (F1) memiliki kadar lemak sebesar 11,89 gram. Kandungan lemak tersebut dapat memenuhi 16,51 % angka kecukupan gizi anak usia 7 - 9 tahun, dan dapat memenuhi angka kecukupan gizi sebesar 16,98 % angka kecukupan gizi pada anak laki-laki usia 10 - 12 tahun, serta 17,74 % angka kecukupan gizi pada anak perempuan usia 10 - 12 tahun.

Dalam analisis lemak, adalah sulit untuk mengekstraksi lemak secara murni. Pada waktu ekstraksi lemak dengan pelarut lemak, akan terekstrak pula bahan-bahan lain yang larut dalam lemak, seperti: fosfolipid, sterol, asam lemak bebas, pigmen karotenoid, klorofil, dan lain-lain. Oleh karena itu, dalam analisis, lemak

diterapkan sebagai lemak kasar (*crude fat*) (Yuniarti, dan Almashyuri, 2012).

c. Kandungan Protein

Kandungan protein pada biji labu kuning hanya sedikit yaitu 30,23 gram/100 gram, dan hanya dapat memenuhi % AKG sebesar 54 %. Pada produk biskuit biji labu kuning terjadi penurunan jumlah kadar protein menjadi $11,20 \pm 0,21$ gram/100 gram. Hal yang sama terjadi seperti hal pada lemak, penurunan kadar protein setelah menjadi biskuit diakibatkan karena proses pengeringan di bawah sinar matahari dan pemanggangan biji menjadi tepung kemudian menjadi produk biskuit yang cukup lama dengan suhu yang cukup tinggi. Hal ini sesuai dengan penelitian Jacob dkk (2008), semakin lama pemanggangan maka semakin menurun kadar protein kasarnya.

Kadar protein saat pemanggangan mengalami penurunan. Mengakibatkan jumlah air bebas hilang dan terjadinya koagulasi sehingga teksturnya semakin memadat, sejalan dengan berlangsungnya pemanggangan protein akan mengalami denaturasi, sehingga membentuk struktur yang lebih sederhana. Hal ini merupakan proses yang umum terjadi akibat pengaruh suhu selama proses pengolahan dan pada akhirnya dapat menyebabkan berkurangnya kadar protein yang terkandung dalam suatu bahan. Protein merupakan salah satu komponen makanan yang sangat penting, kerusakan protein pada bahan makanan menjadikan manfaat tersebut menurun

kualitasnya dan fungsinya. Penentuan kadar protein dilakukan dengan mengukur jumlah nitrogen yang terkandungnya (Sitoesmi, 2012).

Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI 01-2873-1992) berdasarkan syarat mutu biskuit, kandungan protein pada biskuit adalah minimal 9%. Kandungan protein pada formula terpilih (F1) yaitu sebesar $11,20 \pm 0,21\%$ sehingga formula terpilih memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI). Hasil analisis dalam 36 gram biskuit berbasis tepung biji labu kuning menunjukkan formula terpilih (F1) memiliki kadar protein sebesar 4,03 gram. Kandungan proteintersebut dapat memnuhi 8,22 % angka kecukupan gizi anak usia 7 - 9 tahun, dan dapat memenuhi angka kecukupan gizi sebesar 7,19 % angka kecukupan gizi pada anak laki-laki usia 10 - 12 tahun, serta 6,71 % angka kecukupan gizi pada anak perempuan usia 10 - 12 tahun.

Penetapan protein secara akurat merupakan pekerjaan yang sangat sulit dilaksanakan. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor, yakni protein membentuk grup yang sangat beragam dan luar biasa kompleksnya baik dalam komposisi maupun dalam sifat sehingga sulit untuk memisahkan, memurnikan atau mengestrak. Kemudian amfoterik dari protein, kemampuan mengabsorpsi yang tinggi, dan sensitifitas protein terhadap elektrolit, panas, pH, dan pelarut. Peneraan jumlah protein dalam bahan makanan umumnya dilakukan berdasarkan peneraan empiris (tidak langsung), yaitu melalui penentuan kandungan N yang ada dalam bahan. Kadar nitrogen dalam protein

rata-rata 16 %, sehingga 1 gram nitrogen berasal dari 6,25 gram protein. Jadi, untuk mendapatkan total protein (*crude protein*), hasil total nitrogen dikalikan dengan konversi faktor 6,25 (faktor konversi universal) (Delima, 2016).

Kebanyakan protein pangan terdenaturasi jika dipanaskan pada suhu yang moderat (60 - 90 °C) selama satu jam atau kurang. Denaturasi adalah perubahan struktur protein yang mana pada keadaan terdenaturasi penuh, hanya struktur primer protein saja yang tersisa, protein tidak lagi memiliki struktur sekunder, tersier, quarterner (Delima, 2016).

d. Kandungan Air

Air merupakan kandungan penting pada banyak makanan. Semua bahan makanan mengandung air dalam jumlah yang berbeda-beda. Banyaknya air dalam suatu bahan tidak dapat ditentukan dari keadaan fisik bahan tersebut. Kandungan air dalam bahan makanan ikut menentukan *accettability*, kesegaran dan daya tahan bahan tersebut. Selain merupakan bagian dari suatu bahan makanan, air merupakan pencuci yang baik bagi bahan makanan tersebut atau alat-alat yang akan digunakan dalam pengolahannya **Invalid source specified**.

Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI 01-2873-1992) berdasarkan syarat mutu biskuit, kandungan air pada biskuit adalah maksimal 5 %. Sedangkan kadar air pada biskuit biji labu kuning yaitu $5,91 \pm 0,007$ gram/100, sehingga formula terpilih (F1) tidak memenuhi Standar

Nasional Indonesia (SNI). Hasil analisis dalam 36 gram biskuit berbasis tepung biji labu kuning menunjukkan formula terpilih (F1) memiliki kadar air sebesar 2,12 gram. Kandungan air tersebut dapat memenuhi 0,11 % angka kecukupan gizi anak usia 7 - 9 tahun, dan dapat memenuhi angka kecukupan gizi sebesar 0,11 % angka kecukupan gizi pada anak laki-laki usia 10 - 12 tahun, serta 0,11 % angka kecukupan gizi pada anak perempuan usia 10 - 12 tahun.

Penurunan kadar air pada pemanggangan bisa disebabkan karena sebagian kandungan air dalam bahan pangan akan berkurang. Pada proses pemanggangan, air yang terdapat dalam bahan akan mengalami penguapan akibat kenaikan temperatur pada oven. Penurunan kadar air pada produk pemanggangan terjadi karena panas yang disalurkan melalui alat pemanggang akan menguapkan air yang terdapat dalam bahan yang dipanggang (Sitoresmi, 2012). Sedangkan penambahan *baking powder* juga mempengaruhi kadar air, semakin banyaknya penambahan *baking powder*, kadar air biskuit semakin turun. Hal tersebut dikarenakan *baking powder* dapat melepaskan gas hingga jenuh dengan gas CO₂ lalu dengan teratur melepaskan gas selama pemanggangan agar adonan mengembang sempurna, menjaga penyusutan, dan untuk menyeragamkan remah. Selain itu *baking powder* dalam pembuatan biskuit juga berfungsi dalam pembentukan volume, mengatur aroma, mengontrol penyebaran dan hasil produksi menjadi ringan. Rasa enak pada kue kering

tergantung dari porus yang ringan. Porus yang ringan ini terbentuk akibat adanya bahan pengembang dalam adonan yang elastis dan mampu mempertahankan gas didalamnya, sehingga dapat membantu pembentukan rongga-rongga dalam biskuit dan dapat menguapkan air. Selama pemanggangan, air yang dihasilkan akan menguap oleh pemanasan sehingga kadar air biskuit semakin menurun (Sitoresmi, 2012).

e. Kandungan Serat Kasar

Serat pangan memiliki manfaat bagi kesehatan tubuh yaitu dapat mengurangi risiko diabetes, menurunkan kadar kolesterol, melancarkan buang air besar, mencegah wasir, mencegah kanker terutama kanker kolon, dan baik untuk mengontrol berat badan **Invalid source specified**.

Kandungan serat pada biji labu kuning yaitu 6 gram/100 gram yang dapat memenuhi % AKG sebesar 16 %. Namun pada produk biskuit biji labu kuning mengalami penurunan jumlah kandungan serat kasar menjadi $1,65 \pm 0,028$ gram/100 gram. Penurunan kadar serat kasar setelah menjadi biskuit diakibatkan karena penggunaan tepung biji labu kuning pada pembuatan produk yang hanya mencukupi 20 % sedangkan tepung terigu sebanyak 80 %, sedangkan tepung terigu hanya mempunyai kadar serat kasar sebesar 0.40 - 0.50 %.

Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI 01-2873-1992) berdasarkan syarat mutu biskuit, kandungan serat kasar pada biskuit adalah maksimal 0,5 %.

Sedangkan kadar serat kasar pada biskuit biji labu kuning yaitu $1,65 \pm 0,028$ %, sehingga formula terpilih (F1) tidak memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI) dikarenakan kadar serat kasar lebih tinggi dibandingkan standar. Semakin tinggi serat yang terkandung maka semakin baik untuk pencernaan (Delima, 2016).

Hasil analisis dalam 36 gram biskuit berbasis tepung biji labu kuning menunjukkan formula terpilih (F1) memiliki kadar serat kasar sebesar 0,59 gram. Kandungan serat kasar tersebut dapat memenuhi 2,26 % angka kecukupan gizi anak usia 7 - 9 tahun, dan dapat memenuhi angka kecukupan gizi sebesar 1,96 % angka kecukupan gizi pada anak laki-laki usia 10 - 12 tahun, serta 210 % angka kecukupan gizi pada anak perempuan usia 10 - 12 tahun.

Pangan yang memiliki kadar serat tinggi akan memiliki kerenyahan yang rendah. Kerenyahan juga dipengaruhi oleh kadar air. Semakin rendah kadar air maka semakin tinggi tingkat kerenyahan biskuit. Serat dan kadar air saling mempengaruhi menentukan kerenyahan. Serat dibagi menjadi dua menurut kelarutannya yaitu serat terlarut dan serat tidak terlarut. Pada biskuit berbasis tepung biji labu kuning ini dikarenakan menggunakan pengujian untuk serat kasar, maka serat yang dihitung adalah serat jenis selulosa. Serat jenis selulosa ini serat yang tidak larut dalam air. Sehingga kadar serat dan kadar air tidak saling berhubungan akan tetapi saling mempengaruhi kadar kerenyahan biskuit. Serat kasar yang terukur pada hasil yang diperoleh adalah

selulosa dengan sedikit lignin dan pentosa. Serat yang tidak larut air ini akan mempengaruhi kerenyahan dan warna pada biskuit. Semakin tinggi kandungan serat maka kerenyahan biskuit akan semakin rendah dan warna pada biskuit akan semakin pekat. Hal ini disebabkan bahwa serat merupakan selulosa dari dinding tanaman yang memiliki struktur keras (Jagat, Pramono dan Nurwantoro, 2017).

f. Kandungan Abu

Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI 01-2873-1992) berdasarkan syarat mutu biskuit, kandungan abu pada biskuit adalah maksimal 1,5 %. Sedangkan kadar abu formula terpilih (F1) pada biskuit biji labu kuning, yaitu $1,62 \pm 0,028$ %, sehingga formula terpilih (F1) tidak memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI) disebabkan melebihi batas SNI yaitu 1,5 %. Hal ini bisa disebabkan pemanasan bahan pangan yang mengandung mineral cukup tinggi, pada suhu tinggi akan lebih banyak menghasilkan abu, sebab abu tersusun oleh mineral. Hasil analisis dalam 36 gram biskuit berbasis tepung biji labu kuning menunjukkan formula terpilih (F1) sebesar 0,60 gram.

Abu total yang terkandung di dalam produk pangan sangat dibatasi jumlahnya, kandungan abu total bersifat kritis. Kandungan abu total yang tinggi dalam bahan dan produk pangan merupakan indikator yang sangat kuat bahwa produk tersebut potensi bahayanya sangat tinggi untuk dikonsumsi. Tingginya kandungan abu berarti tinggi pula kandungan unsur-unsur mineral

dalam bahan atau produk pangan. Bahan makanan terdiri dari bahan organik dan air sekitar 96 %, sisanya terdiri unsur-unsur mineral yaitu zat anorganik atau disebut juga kadar abu. Mineral yang ditemukan dalam bahan pangan tergabung dalam persenyawaan anorganik dan ada pula yang ditemukan dalam bentuk unsur (Sitoresmi, 2012).

4. Kandungan Zat Gizi Mikro Biskuit Berbasis Biji Labu Kuning

Kandungan gizi mikro biskuit berbasis tepung biji labu kuning meliputi kandungan vitamin dan mineral. Vitamin yang terkandung dalam produk tersebut antara lain vitamin A sebanyak 8,22 mg dan vitamin C sebanyak 0,27 mg.

5. Uji Fitokimia Senyawa Flavonoid

Penentuan kandungan total flavonoid dilakukan dengan metode kolorimetri menggunakan $AlCl_3$. Sebanyak 0,5 mL ekstrak sampel biskuit BLK setelah ditambahkan 5 tetes $AlCl_3$ 1 % sampel berubah menjadi kuning. Hal ini menunjukkan uji positif adanya senyawa flavonoid dalam sampel. Suatu sampel yang mengandung flavonoid, bila direaksikan dengan $AlCl_3$ akan terbentuk warna kuning, hal ini terjadi karena terbentuknya senyawa kompleks antara flavonoid dengan $AlCl_3$ (Harborne, 1987).

Penggunaan $AlCl_3$ dalam penentuan kandungan total flavonoid didasari pada reaksi antara logam Al_3^+ dengan gugus hidroksi yang menyebabkan pergeseran panjang gelombang ke arah *visible* (tampak) sehingga menghasilkan senyawa kompleks yang berwarna kuning. Semakin

pekat warna kuning yang dihasilkan maka semakin tinggi konsentrasi flavonoid dalam sampel (Sultana *dkk*, 2014).

Sedangkan untuk menentukan kadar senyawa flavonoid total pada sampel digunakan kuersetin (QE) sebagai larutan standar. Pada pengukuran kadar flavonoid total dilakukan penambahan $AlCl_3$ yang dapat membentuk kompleks, sehingga terjadi pergeseran panjang gelombang ke arah *visible* (nampak) ditandai dengan larutan menghasilkan warna yang lebih kuning. Adapun penambahan kalium asetat untuk mempertahankan panjang gelombang pada daerah *visible* (tampak) (Chang *dkk*, 2002).

Larutan standar kuersetin diukur dengan variasi konsentrasi 2, 4, 6, 8, dan 10 ppm diukur pada panjang gelombang maksimal 485 nm. Kemudian diperoleh nilai absorbansi larutan standar kuersetin pada masing-masing konsentrasi, kemudian diperoleh persamaan garis linear yang nantinya digunakan untuk penetapan kadar flavonoid total pada sampel ekstrak etanol biskuit biji labu kuning.

Hasil pengukuran serapan larutan standar kuersetin yang diperoleh dimasukkan ke dalam *Microsoft Excel* untuk mendapatkan kurva kalibrasi larutan standar asam galat berupa grafik kurva konsentrasi versus absorbansi. Berdasarkan grafik dapat dilihat bahwa kurva kalibrasi dengan persamaan regresi untuk absorbansi kuersetin sebesar $y = 0,099x + 0,022$ larutan standar senyawa flavonoid diperoleh hubungan yang linier antara absorbansi dengan konsentrasi. Pada pengukuran absorbansi yang ditunjukkan dengan nilai koefisien korelasi (r) sebesar 0,999, nilai (r) ini mendekati angka 1 yang menunjukkan bahwa persamaan regresi tersebut adalah linier.

Hasil pengujian menunjukkan kandungan total flavonoid ekstrak etanol biskuit BLK ialah sebesar 0,466 mgQE/g eks dihitung terhadap flavonoid kuersetin (QE). Manfaat flavonoid antara lain untuk melindungi struktur sel, meningkatkan efektivitas vitamin C, antiinflamasi, mencegah keropos tulang dan sebagai antibiotik (Haris, 2011). Menurut penelitian Kurniasari (2006) menyatakan bahwa sejumlah tanaman obat yang mengandung flavonoid telah dilaporkan telah memiliki aktivitas antioksidan, antibakteri, antivirus, antiradang, antialergi dan antikanker.

6. Uji Fitokimia Senyawa Fenol

Uji positif senyawa fenol ditunjukkan dengan terbentuknya bercak warna hitam setelah disemprot FeCl_3 5%. Penambahan FeCl_3 5% hanya dapat menunjukkan keberadaan senyawa fenol secara umum, namun tidak dapat membedakan golongannya. Menurut Harborne (1996), hasil positif adanya senyawa fenol ditunjukkan dengan terbentuknya kompleks berwarna hijau, ungu, biru, atau hitam.

Fenol merupakan senyawa kimia yang memiliki cincin aromatik berikatan dengan kelompok hidroksil (-OH). Senyawa fenol tersebut dapat meredam reaksi berantai radikal bebas yang terjadi di dalam tubuh (Meindrawan, 2012). Biji labu kuning yang selama ini dimanfaatkan sebagai makanan kecil yaitu kuaci bahkan terkadang dibuang begitu saja, ternyata mengandung senyawa fenolik yang dapat menjadi sumber antioksidan. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Primawati (2007), diperoleh kadar fenolik total dan aktivitas antioksidan pada biji labu kuning

berturut-turut sebesar 3,9489 mg asam galat/g sampel dan 47,011 %.

Pada pengukuran senyawa fenol total dibuat sebanyak tiga replikasi untuk keperluan akurasi data. Larutan standar yang digunakan adalah asam galat. Dari hasil pengukuran dan dilakukan perhitungan diperoleh kadar fenol total pada ekstrak etanol biskuit BLK adalah sebesar 0,422 mgGAE/g eks dihitung terhadap senyawa fenol asam galat (GAE). Dalam penelitian sebelumnya, senyawa fenol diketahui memiliki berbagai efek biologis sebagai antioksidan, melindungi struktur sel, antiinflamasi, dan sebagai antiseptik (Primadini, 2010).

Digunakan asam galat sebagai larutan standar karena merupakan salah satu fenol alami dan stabil, serta relatif murah dibanding lainnya. Asam galat termasuk dalam senyawa fenolik turunan asam hidroksibenzoat yang tergolong asam fenol sederhana. Asam galat menjadi pilihan sebagai standar ketersediaan substansi yang stabil dan murni. Asam galat direaksikan dengan reagen Folin-Ciocalteu menghasilkan warna kuning yang menandakan bahwa mengandung fenol, setelah itu ditambahkan dengan larutan Na_2CO_3 menghasilkan warna biru (Viranda, 2009). Senyawa fenolik bereaksi dengan reagen Folin-Ciocalteu hanya dalam suasana basa agar terjadi disosiasi proton pada senyawa fenolik menjadi ion fenolat, sehingga ditambahkan larutan Na_2CO_3 (Apsari & Susanti, 2011).

Hasil pengukuran serapan larutan standar asam galat yang diperoleh dimasukkan ke dalam *Microsoft Excel* untuk mendapatkan kurva kalibrasi larutan standar asam galat berupa grafik kurva konsentrasi versus absorpsi.

Berdasarkan grafik dapat dilihat bahwa kurva kalibrasi dengan persamaan regresi untuk absorpsi asam galat pada konsentrasi 2, 4, 6, 8, dan 10 ppm sebesar $y = 0,073x - 0,057$ larutan standar senyawa fenol diperoleh hubungan yang linier antara absorpsi dengan konsentrasi. Pada pengukuran absorpsi yang ditunjukkan dengan nilai koefisien korelasi (r) sebesar 0,977, nilai (r) ini mendekati angka 1 yang menunjukkan bahwa persamaan regresi tersebut adalah linier.

7. Uji Aktivitas Antioksidan

Selama ini biskuit hanya dikonsumsi sebagai sumber karbohidrat kompleks yang dapat dijadikan sebagai sumber energi di dalam tubuh. Untuk menambah fungsional biskuit maka perlu adanya penambahan sumber gizi lain agar menunjang nilai gizi yang terkandung dalam biskuit. Salah satunya dengan menambahkan sumber antioksidan. Saat ini penggunaan senyawa antioksidan berkembang pesat untuk penambahan pada makanan dan obat-obatan. Penggunaan antioksidan berkembang seiring dengan bertambahnya pengetahuan tentang aktivitas radikal bebas yang merugikan kesehatan (Boer, 2000).

Kadar antioksidan total pada biskuit BLK cukup tinggi, dibuktikan dengan masing-masing memiliki kandungan vitamin yang tinggi seperti vitamin C, beta karoten, tokoferol, lutein zeaxanthin, dan cryptoxanthin. Akan tetapi karena produk mengalami pengolahan dengan penjemuran dan pemanasan dalam oven dalam suhu 150 °C maka ada sebagian antioksidan yang hilang. Pengaruh proses pemanasan yang menyebabkan komponen asam

menguap. Biskuit yang dipanggang pada suhu tinggi 150 °C selama 20 menit mengakibatkan kehilangan beberapa zat gizi terutama zat-zat yang labil terhadap panas seperti asam-asam organik. Salah satunya adalah asam askorbat, serta asam-asam lainnya.

Metode DPPH adalah metode yang dapat digunakan untuk menentukan aktivitas antioksidan dalam sampel yang akan diujikan dengan melihat kemampuannya dalam menangkal radikal bebas DPPH. Kelebihan metode DPPH ini yaitu metodenya yang sederhana, mudah, cepat, peka, serta memerlukan sampel dalam jumlah kecil. Mudah diterapkan karena senyawa radikal DPPH yang digunakan bersifat relatif stabil dibanding metode lainnya. Prinsip dari metode ini adalah adanya donasi atom hidrogen (H+) dari substansi yang diujikan kepada radikal DPPH menjadi senyawa non radikal difenil pikril hidrazin yang akan ditunjukkan oleh perubahan warna. Perubahan warna yang terjadi adalah perubahan warna dari ungu menjadi kuning, di mana intensitas perubahan warna DPPH berbanding lurus dengan aktivitas antioksidan untuk meredam radikal bebas tersebut.

Hasil penelitian didapatkan bahwa kemampuan antioksidan dari biskuit BLK untuk menghambat radikal bebas yaitu 35,36 %. Jumlah tersebut memiliki kemampuan daya hambat terhadap radikal bebas. Hal ini akan lebih meyakinkan jika dilanjutkan dengan uji nilai IC_{50} . Semakin kecil nilai IC_{50} semakin besar kemampuan antioksidannya.

Penelitian yang dilakakukan oleh Linda Ristiana (2014), aktivitas antioksidan pada biskuit tepung biji rambutan dengan penambahan ekstrak kubis merah yaitu 50 g tepung

biji rambutan dan ekstrak kubis merah 20 g/100 cc dengan nilai 15,44 % RSA DPPH. Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh Devi Laila Isti'ana (2014) bahwa interaksi dari penambahan tepung biji asam dan kelopak bunga rosella berpengaruh terhadap aktivitas antioksidan dan tingkat kesukaan konsumen dengan penambahan tepung biji asam 75 g dan kelopak bunga rosella 5 g, aktivitas antioksidan sebesar 34,82 % RSA DPPH.

Pengujian aktivitas antioksidan dilakukan dengan ekstrak metanol dengan reagen DPPH dan diinkubasi selama 30 menit dalam ruangan gelap. Aktivitas antioksidan yang baik ditunjukkan dengan perubahan warna dari ungu menjadi kuning. Semakin tinggi aktivitas antioksidan maka warna ungu DPPH akan semakin berkurang sehingga menyebabkan penurunan nilai absorbansi sinar tampak pada spektrofotometer (Molyneux, 2004).

Intensitas perubahan warna yang telah diukur nilai absorbansinya panjang gelombang 517 nm dinyatakan sebagai persen inhibisi (% inhibisi) yang mana makin kecil nilai absorbansi maka semakin tinggi nilai % inhibisinya.

Aktivitas antioksidan dapat diketahui dari nilai persen inhibisi, naiknya persen inhibisi dipengaruhi oleh menurunnya nilai absorbansi yang dihasilkan oleh sampel. Penurunan nilai absorbansi disebabkan oleh tingginya konsentrasi sampel. Hal ini dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi konsentrasi sampel maka semakin kecil nilai absorbansi sehingga mengakibatkan persen inhibisi semakin tinggi.

Tubuh manusia mampu menghasilkan antioksidan sendiri antara lain enzim superoksida dismutase (SOD),

katalase, dan glutathion peroksidase (Kumalaningsih, 2007). Akan tetapi, tubuh manusia tidak mempunyai cadangan antioksidan dalam jumlah berlebih sehingga jika terjadi paparan radikal berlebih, maka tubuh membutuhkan antioksidan eksogen (Sunarni, 2005). Antioksidan dalam pangan berperan penting untuk mempertahankan mutu produk, mencegah ketengikan, perubahan nilai gizi, perubahan warna dan aroma, serta kerusakan fisik lain yang diakibatkan oleh reaksi oksidasi (Widjaya, 2003).

Radikal bebas adalah suatu senyawa atau molekul yang mengandung satu atau lebih elektron tidak berpasangan pada orbital luarnya. Adanya elektron yang tidak berpasangan menyebabkan senyawa tersebut sangat reaktif mencari pasangan dengan cara menyerang atau mengikat elektron molekul yang berada di sekitarnya. Radikal bebas merupakan pemicu timbulnya sebagian penyakit seperti jantung koroner, kanker, penuaan, radang sendi, katarak, dan kemunduran syaraf (Winarsi, 2007).

Menurut Gordon (2001), antioksidan adalah substansi tertentu yang dapat menunda, memperlambat, atau mencegah kerusakan pada bahan makanan akibat oksidasi. Substansi ini dapat terbentuk secara alami (sistem biologis) atau ditambahkan pada produk dan selama proses pengolahan (sistem pangan). Antioksidan tidak akan meningkatkan kualitas bahan pangan, tapi mempertahankan kualitas dan memperpanjang umur simpannya (sistem pangan) (Reischeetal, 2002).

Senyawa antioksidan dalam pengertian kimia berarti senyawa pemberi elektron. Secara biologi, pengertian antioksidan adalah senyawa yang mampu menangkal

atau meredam dampak negatif oksidan dalam tubuh. Antioksidan bekerja dengan cara menyumbangkan satu atau lebih elektron kepada radikal bebas, sehingga radikal bebas tersebut dapat diredam. Penggunaan senyawa antioksidan sangat penting bagi tubuh karena peranannya dalam menghambat penyakit degeneratif seperti penyakit jantung, atherosclerosis, kanker serta gejala penuaan (Fentami, 2012).

DPPH (2,2 difenil-1-pikrilhidrazil) adalah radikal bebas yang stabil pada suhu kamar, dengan bentuk serbuk, warna kehitaman dan cepat teroksidasi oleh temperatur dan udara. Metode pembentukan radikal DPPH merupakan metode pengukuran aktivitas antioksidan yang hanya menggunakan sampel dalam jumlah sedikit dan waktu yang sangat singkat. Aktivitas antioksidan dari suatu senyawa ditunjukkan oleh hambatan serapan DPPH terkuat pada panjang gelombang maksimumnya (Fentami, 2012).

8. Hubungan Kandungan Total Flavonoid dan Fenol dengan Aktivitas Antioksidan

Menurut Rininta (2008), tanaman yang berpotensi sebagai antioksidan umumnya mengandung senyawa flavonoid maupun senyawa metabolit sekunder lain yang kaya akan aktivitas antioksidan.

Hasil pengujian aktivitas antioksidan menggunakan % inhibisi memiliki kandungan antioksidan sebesar 35,36 %. Menggunakan pelarut methanol, sifat antioksidan dari ekstrak methanol sendiri diakibatkan oleh senyawa fenolik (total fenol) yang terkandung di dalamnya. Senyawa fenolik mampu mendonorkan radikal hidrogen untuk menetralkan radikal

bebas dan radikal fenolik yang terbentuk akan terstabilkan oleh resonansi (Prabawati, 2012).

Berdasarkan hasil tersebut menunjukkan aktivitas antioksidan cukup tinggi dibandingkan dengan bahan baku lain misalnya dari tepung ubi ungu dengan kandungan antioksidan sebesar 27,1891 % (Khairuddin, 2013), sehingga potensi ini perlu kajian lebih lanjut untuk pemanfaatan aktivitas antioksidan pada bahan tepung biji labu kuning. Kemungkinan nilai persentase inhibisi tinggi disebabkan formulasi yang digunakan cenderung masih lebih banyak tepung terigu. Namun hal itu besar kemungkinan disebabkan juga adanya senyawa kimia, mineral, dan vitamin lain (Bosha, 2015) seperti flavonoid $1,29 \pm 0,5$ mg/100 g, fenol dan vitamin C 0,027 mg/g bahan karena dapat mencegah kerusakan jaringan sel yang disebabkan oleh radikal bebas.

Hasil uji aktivitas antioksidan yang tinggi pada biskuit berbasis tepung tacca sebesar 92,6797 %/kg bahan dengan substitusi tepung tacca 40 % (Nofiati, dkk, 2015).

Hasil pengujian kandungan total flavonoid ekstrak etanol biskuit BLK memberikan hubungan positif dengan hasil pengujian antioksidannya. Kandungan total flavonoid yang cukup tinggi memiliki aktivitas antioksidan yang cukup baik pula. Hal tersebut disebabkan oleh adanya gugus fungsi hidroksil (-OH) bebas dan ikatan rangkap terkonjugasi yang terpadu pada flavonoid yang dapat bertindak sebagai antioksidan (Parwata dkk, 2009).

9. Umur Simpan Produk Biskuit Berbasis Tepung Biji Labu Kuning (*Cucurbita Sp*)

Umur simpan produk pangan biasanya dituliskan sebagai *best before date* yang berarti produk masih dalam kondisi baik dan masih dapat dikonsumsi beberapa saat sebelum tanggal tercantum terlewati. Menurut Syarief dkk. (1989) beberapa faktor yang mempengaruhi masa simpan suatu bahan pangan yang dikemas adalah keadaan alamiah atau sifat makanan dan mekanisme berlangsungnya perubahan seperti kepekaan terhadap air dan oksigen serta kemungkinan terjadinya perubahan kimia internal dan fisik, ukuran kemasan, dan kondisi atmosfer terutama suhu dan kelembapan (Ahlan, 2016)

Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi penurunan mutu produk pangan. Menurut Floros dan Gnanasekharan (1993) menyatakan, terdapat enam faktor utama yang mengakibatkan terjadinya penurunan mutu atau kerusakan pada produk pangan, yaitu massa oksigen, uap air, cahaya, mikroorganisme, kompresi atau bantingan, dan bahan kimia toksik atau *offflavour*. Faktor-faktor tersebut dapat mengakibatkan terjadinya penurunan mutu lebih lanjut, seperti oksidasi lipida, kerusakan vitamin, kerusakan protein, perubahan bau, reaksi pencokelatan, perubahan unsur organoleptic, dan kemungkinan terbentuknya racun.

a. Total Mikroba

Pencemaran mikroba pada bahan pangan merupakan hasil kontaminasi langsung atau tidak langsung dengan sumber-sumber pencemar mikroba, seperti tanah, udara, air, debu, saluran pencemaran, dan pernafasan manusia

atau hewan. Dalam batas tertentu kandungan mikroba pada bahan pangan tidak banyak berpengaruh terhadap ketahanan bahan pangan tersebut. Akan tetapi, apabila kondisi lingkungan memungkinkan mikroba untuk tumbuh dan berkembang lebih cepat, maka bahan pangan akan rusak karenanya (Winiati PR, 2003).

Banyak faktor yang mempengaruhi jumlah serta jenis mikroba yang terdapat dalam makanan, diantaranya ialah sifat makanan itu sendiri (pH, kelembapan, nilai gizi), keadaan lingkungan darimana makanan tersebut diperoleh, serta kondisi pengolahan ataupun penyimpanan. Jumlah mikroba yang terlalu tinggi dapat mengubah karakteristik organoleptik, mengakibatkan perubahan nutrisi tau bahkan merusak makanan tersebut. Bahkan jika terdapat mikroba pathogen akan membahayakan konsumen. Parameter uji mikrobiologi pada makanan yang dipersyaratkan secara umum salah satunya yaitu Uji Angka Lempeng Total (ALT) (Info POM, 2008).

Dalam penelitian Biskuit berbasis tepung biji labu kuning ini, untuk total mikroba, digunakan metode TPC (*total plate count*) atau ALT (Angka Lempeng Total). Uji ALT merupakan metode untuk menghitung angka cemaran bakteri dalam sampel dengan cara tuang pada media padat dan diinkubasi selama 24 - 48 jam pada suhu 35 °C dengan posisi dibalik (Mutiara, 2016).

Hasil total mikroba dari hasil pengamatan pada produk biskuit berbasis tepung biji labu kuning menunjukkan bahwa pertumbuhan mikroba paling besar yaitu pada penyimpanan suhu 25 °C. Semakin tinggi suhu penyimpanan maka pertumbuhan mikroba semakin sedikit.

Akan tetapi, secara keseluruhan pertumbuhan mikroba masih dalam batas normal total mikroba, berdasarkan SNI Biskuit (SNI 01-4321-1996), yaitu maksimal $1,0 \times 10^4$ koloni/g. Hasil penelitian ini tidak sesuai dengan penelitian yang di lakukan. Kondisi suhu penyimpanan sangat mempengaruhi populasi mikroorganisme yang terdapat dalam makanan. Suhu yang lebih tinggi dari suhu optimum bagi mikroorganisme tersebut bersifat merusak, sedangkan suhu yang lebih rendah dapat memperlambat aktivitas metabolisme dan menghambat pertumbuhan mikroba (Soeparno, 1998).

Suhu merupakan salah satu faktor lingkungan yang berpengaruh terhadap pertumbuhan mikroba. Setiap mikroba mempunyai kisaran suhu optimum tertentu untuk pertumbuhannya. Psikofil, yaitu mikroba yang mempunyai kisaran pertumbuhan pada suhu $0 - 20$ °C. Mesofil yaitu mikroba yang mempunyai kisaran pertumbuhan pada suhu 20 °C - 40 °C, dan Termofil yaitu mikroba yang mempunyai kisaran pertumbuhan pada suhu di atas 45 °C. Kebanyakan mikroba perusak merupakan mikroba Mesofil, yaitu tumbuh baik pada suhu ruang atau suhu kamar. Bakteri patogen umumnya mempunyai suhu pertumbuhan sekitar 37 °C, yang juga adalah suhu tubuh manusia merupakan suhu yang baik untuk pertumbuhan beberapa bakteri patogen (R CDR, 2002).

Kandungan mikroba selain mempengaruhi mutu produk pangan juga menentukan keamanan produk tersebut di konsumsi. Pertumbuhan mikroba pada produk pangan di pengaruhi oleh factor intrinsik dan ekstrinsik. Faktor intrinsik mencakup keasaman (pH), aktivitas air

(aw), Equilibrium Humidity (Eh), kandungan nutrisi, struktur biologis dan kandungan mikroba. Faktor Ekstrinsik meliputi suhu penyimpanan, kelembapan relatif, serta jenis dan jumlah gas pada lingkungan (Arpah M, 2001).

b. Kadar Air

Kadar air adalah perbedaan berat bahan sebelum dan sesudah dilakukan pemanasan. Setiap bahan bila diletakan pada suatu kondisi dengan kelembapan tertentu maka kadar airnya akan mencapai kesetimbangan. Ennemen (1996), memaparkan adanya hubungan antara kadar air dalam bahan pangan dengan daya awetnya. Pengurangan air baik dalam pengeringan atau penambahan bahan penguap air bertujuan untuk mengawetkan bahan pangan sehingga dapat tahan terhadap kerusakan mikrobiologis maupun kerusakan kimiawi (Syarief, 1993).

Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan, diperoleh hasil bahwa pada suhu penyimpanan 25 °C, 35 °C dan 45 °C terjadi peningkatan kadar air. Hal ini sama dengan penelitian yang di lakukan Ahlan (2016) tentang kadar air serbuk instan labu siam yang mana terjadi peningkatan kadar air pada setiap suhu penyimpanan.

Parameter kadar air yang digunakan terhadap produk Biskuit berbasis tepung biji labu kuning yaitu sebesar 5 % sesuai dengan SNI No. 01-2973-1991 (Biskuit). Kadar air dari produk Biskuit berbasis tepung biji labu kuning tergolong masih sesuai standar, yang kadar air awal produk saat hari ke 0 yaitu 2,37 % dan pada hari ke 14 pada penyimpanan suhu 25 °C yaitu 8,86 %, pada penyimpanan suhu 35 °C yaitu 5,67 %, dan pada penyimpanan suhu 45 °C yaitu 4,00 %.

Menurut Floros dan Gnanasekharan (1993), kriteria kedaluwarsa beberapa produk pangan dapat ditentukan dengan menggunakan acuan titik kritis. Faktor yang sangat berpengaruh terhadap penurunan mutu produk pangan adalah perubahan kadar air dalam produk. Aktivitas air (a_w) berkaitan erat dengan kadar air, yang umumnya digambarkan sebagai kurva isothermis, serta pertumbuhan bakteri, jamur, dan mikroba lainnya.

Air yang terkandung dalam bahan makanan memiliki kaitan dengan daya awet bahan tersebut. Pengurangan air yang tersedia melalui proses penguapan dapat mengawetkan bahan pangan terhadap kerusakan mikrobiologis atau kimiawi. Salah satu sifat fisikokimiawi yang berkaitan adalah aktivitas air (a_w). a_w (water activity) adalah jumlah air bebas yang dapat digunakan mikroba untuk pertumbuhannya (Edria Della, 2010).

c. Penentuan Orde Reaksi

Penentuan orde reaksi pada penelitian ini dilakukan berdasarkan parameter kadar air. Skor rata-rata parameter mutu selama penyimpanan sebagai sumbu y dan waktu penyimpanan (dalam hari) sebagai sumbu x. Selanjutnya analisis regresi linier dan nonlinier digunakan dalam menentukan orde reaksi dari parameter mutu (Ahlan, 2016).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa orde reaksi terpilih (Nilai R^2 terbesar) di tiga suhu penyimpanan berbeda, yaitu orde reaksi satu pada penyimpanan suhu 25 °C, 35 °C, dan 45 °C. Orde reaksi menyatakan besarnya pengaruh konsentrasi pereaksi pada laju reaksi. Orde persamaan laju reaksi hanya dapat ditentukan secara eksperimen dan tidak

dapat diturunkan dari koefisien persamaan reaksi. Tipe kerusakan yang mengikuti kinetika reaksi orde ke-0 meliputi reaksi kerusakan enzimatik, pencokelatan enzimatik, dan oksidasi. Penurunan mutu yang mengikuti orde reaksi satu meliputi ketengikan, pertumbuhan mikroba, kerusakan vitamin dan perubahan mutu vitamin (Ahlan, 2016).

d. Penentuan Umur Simpan Berdasarkan Orde Reaksi Terpilih

Hasil perhitungan umur simpan parameter mutu kadar air dapat diketahui bahwa nilai k (kelajuan reaksi) untuk suhu penyimpanan berbeda-beda, nilai k merupakan konstanta penurunan mutu. Nilai k berkaitan dengan waktu umur simpan biskuit berbasis tepung biji labu kuning. Semakin tinggi nilai k , semakin besar penurunan mutu yang terjadi. Sehingga akan mempersingkat umur simpan biskuit berbasis tepung biji labu kuning (Edria Della, 2010).

Untuk biskuit berbasis tepung biji labu kuning yang disimpan pada suhu 25 °C memiliki nilai k yang lebih besar di dibandingkan dengan nilai k pada suhu 35 °C dan 45 °C. Sehingga umur simpan biskuit berbasis tepung biji labu kuning pada suhu 25 °C dapat bertahan selama 7 hari, sedangkan pada suhu 35 °C dapat bertahan selama 12 hari, dan pada suhu 45 °C dapat bertahan selama 20 hari.

Herawati (2008) menyatakan mutu produk pangan akan mengalami perubahan (penurunan) selama proses penyimpanan. Umur simpan produk pangan dapat diperpanjang apabila diketahui faktor-faktor yang mempengaruhi masa simpan produk. Upaya memperpanjang masa simpan dapat dilakukan dengan

beberapa cara, yaitu meningkatkan nilai mutu dan memperlambat laju penurunan mutu. Peningkatan nilai mutu awal produk dapat dilakukan dengan memilih dan menggunakan bahan baku yang bermutu baik.

Menurut Kusnandar dkk (2010), awal kerusakan biskuit yang ditandai dengan mulai tidak diterimanya kerenyahan oleh konsumen. Berdasarkan pendekatan kadar air kritis, maka diketahui bahwa umur simpan biskuit yang dikemas dengan menggunakan *metalized plastic* dan disimpan dengan kelembapan relatif 75 % dapat bertahan lebih lama pada suhu 300 C yaitu 16 bulan.

e. Perhitungan Energi Aktivasi

Menurut Labuza dalam Ahlan (2016) bahwa energi aktivasi adalah konstanta yang nilainya tetap untuk suatu jenis reaksi tertentu serta tidak dipengaruhi oleh penurunan suhu. Energi aktivasi perlu diketahui untuk memprediksi reaksi yang terjadi. Pengaruh suhu terhadap kinetika proses kadaluwarsa guna mendapatkan energi aktivasi reaksi dapat dilakukan dengan dua jenis pendekatan yaitu pendekatan model Arrhenius dan model Linear (Ahlan, 2016).

Besarnya nilai energi aktivasi dapat digolongkan menjadi tiga, sebagai berikut.

1. Kecil (E_a 2-15 kal/mol), kerusakan produk diakibatkan karena kerusakan karotenoid, klorofil, atau oksidasi asam lemak.
2. Sedang (E_a 15-30 kal/mol) kerusakan produk diakibatkan karena kerusakan vitamin, kerusakan pigmen yang larut air dan reaksi Maillard.

3. Besar (E_a 50-100 kal/mol), kerusakan produk diakibatkan karena denaturasi enzim, inaktivasi mikroba dengan sporanya (Edria, 2010).

Berdasarkan hasil yang telah diperoleh, diketahui energi aktivasi reaksi (E_a), yaitu sebesar 8,681 kal/mol, yaitu kerusakan produk diakibatkan karena kerusakan karotenoid, klorofil, atau antioksidan asam lemak. Swedana dkk (2014) menyatakan semakin rendah nilai energi aktivasi suatu reaksi, reaksi tersebut akan berjalan lebih cepat sehingga semakin cepat pula memberikan kontribusi kerusakan terhadap produk. Nilai E_a diperoleh dari slope grafik garis lurus hubungan $\ln k$ dengan $(1/T)$ (Edria, 2010).

B. Pengaruh Pemberian Biskuit Biji Labu Kuning Terhadap Berat Badan dan Kadar Zink Tikus Wistar

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian biskuit berbahan tepung biji labu kuning terhadap kadar zink serum dan berat badan pada tikus malnutrisi. Tikus yang digunakan adalah tikus putih (*Rattus Norvegicus*) wistar jantan berusia 8 minggu. Pemeliharaan tikus selama penelitian dilakukan di Laboratorium Biofarmasi Fakultas Farmasi Universitas Hasanuddin. Penelitian ini dilaksanakan dari bulan Juni - Juli 2019.

Tikus diseleksi secara acak, diberi tanda untuk identifikasi pada tiap-tiap hewan dan dilakukan aklimatisasi/adaptasi selama 1 minggu untuk membiasakan pada lingkungan percobaan dan diberi makanan standar. Penelitian ini menggunakan 28 ekor tikus, besar sampel dalam setiap kelompok perlakuan sebanyak 7 ekor. Selama penelitian didapatkan 2 ekor tikus yang *di-drop out* karena

sakit dan serum darah yang diperoleh terlalu sedikit untuk dianalisis.

Dalam penelitian ini hewan coba dibagi menjadi 4 kelompok yang terdiri atas 1 kelompok kontrol dan 3 kelompok perlakuan. Pada kelompok perlakuan diberikan biskuit dengan dosis zink bertingkat. Dosis zink yang diberikan merupakan dosis konversi dari manusia dengan berat badan 70 kg sebesar 1,5 mg, 3 mg dan 4,5 mg ke tikus dengan berat 200 gram yang dikalikan 0.018, didapatkan dosis untuk kelompok P1 sebesar 0.027mg/BB/hari, kelompok P2 sebesar 0.054 mg/BB/hari dan kelompok P3 sebesar 0.081 mg/BB/hari.

Pemberian biskuit berbahan tepung biji labu kuning dilakukan secara sonde oral menggunakan kanula pada pagi hari berdasarkan perhitungan dosis pada masing-masing kelompok. Suspensi biskuit yang diberikan pada kelompok P1 sebesar 3 ml, kelompok P2 6 ml dan kelompok P3 9 ml/ekor/hari yang setara dengan pemberian energi sekitar 9.5 kkal, 19 kkal, dan 28.5 kkal pada tikus. Pakan yang diberikan adalah jagung kuning yang secara luas dikenal sebagai sumber bahan pangan maupun pakan ternak dan pemberian air minum secara *ad libitum*.

Analisis Kadar Zink Serum Tikus Wistar

Hasil analisis kadar zink serum pada tikus wistar sebelum dan setelah intervensi dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 4.29 Hasil Analisis Kadar Zink Serum pada Tikus Wistar Sebelum dan Setelah Intervensi

Kelompok	n	Kadar Zink Serum (mg/l)		Δ Mean	P*
		Pre-test Mean \pm SD	Post-test Mean \pm SD		
K	7	8.06 + 5.53	4.72 + 2.14	-3.33	0.085
P1	6	10.25 + 9,18	4.73 + 1.18	-5.52	0.201
P2	7	4.74 + 2.46	5.13 + 1.97	0.387	0.779
P3	6	8.19 + 3.86	6.43 + 3.00	-1.76	0.510
P**		0.391	0.481		

Syam, Kurniati Y, Zaenal, Puspitasari, Khaerani (2019)

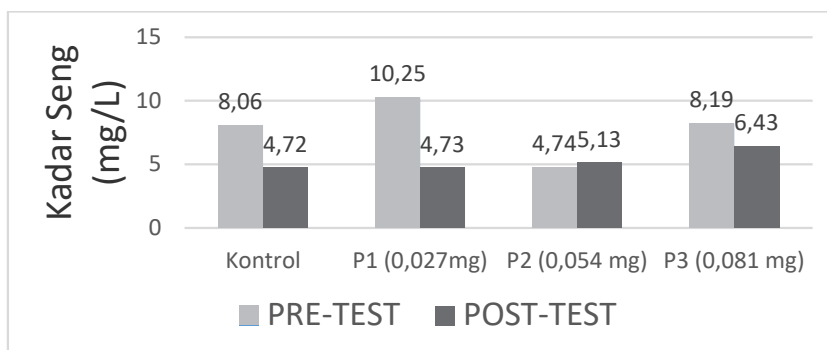
* Paired T Test

** One-Way Anova Test

Berdasarkan tabel 4.29 terjadi peningkatan kadar zink serum pada kelompok P2 (dosis 0,054 mg) dengan rerata kadar zink sebelum intervensi 4,74 + 2.46 mg/l dan setelah intervensi meningkat menjadi 5,13 + 1.97 mg/l dengan Δ mean sekitar 0,387 mg/l. Berdasarkan hasil uji normalitas kadar zink menunjukkan semua kelompok berdistribusi normal sehingga dilakukan uji paired t-test. Hasil uji paired t-test pada masing-masing kelompok menunjukkan tidak ada perbedaan yang signifikan sebelum dan setelah intervensi. Pada kelompok K menunjukkan nilai $p = 0,085 > 0,05$, kelompok P1 dengan nilai $p = 0,085 > 0,05$, kelompok P2 dengan nilai $p = 0,779 > 0,05$ dan kelompok P3 dengan nilai $p = 0,510 > 0,05$.

Berdasarkan hasil uji ANOVA rerata kadar zink antara kelompok sebelum intervensi menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan yang mana nilai $p = 0,391 > 0,05$. Rerata kadar zink antara kelompok setelah intervensi juga menunjukkan tidak adanya perbedaan yang signifikan yang mana nilai $p = 0,481 > 0,05$.

Grafik 4.8 Rerata Perubahan Kadar Zink Tikus Wistar Sebelum dan Setelah Intervensi



Syam, Kurniati Y, Zaenal, Puspitasari, Khaerani (2019)

Pada grafik 4.8 menunjukkan bahwa terjadi penurunan rerata kadar zink pada kelompok kontrol dan kelompok P1 dan P3. Sedangkan pada kelompok P2 terjadi peningkatan pada kadar zink serum tikus malnutrisi.

Analisis Berat Badan Tikus Wistar

Pengukuran berat badan hewan coba dilakukan setiap tiga hari sekali menggunakan timbangan digital oleh peneliti. Tikus diaklimatisasi selama satu minggu, setelah diadaptasi tikus diinduksi malnutrisi dengan cara puasa

selama tiga hari dengan pemberian air minum secara ad libitum. Selama penelitian diperoleh data rerata berat badan tikus yang dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.30 Data Rerata Berat Badan Tikus Selama Penelitian

Kelompok	n	Berat Badan (gram)						
		Rerata						
		Setelah Adaptasi	Hari ke 1	Hari ke 3	Hari ke 6	Hari ke 9	Hari ke 12	Hari ke 15
K	7	179	158	167	182	184	183	185
P1	6	182	157	173	189	195	214	218
P2	7	183	160	179	198	205	214	218
P3	6	173	154	174	189	196	201	206

Sumber: Data Primer, 2019

Syam, Kurniati Y, Zaenal, Puspitasari, Khaerani (2019)

Berdasarkan tabel 4.30 Terjadi penurunan rerata berat badan tikus setelah diinduksi malnutrisi yang merupakan data awal/hari ke 1 dan terus mengalami peningkatan setelah intervensi pada hari ke 3, hari ke 6, hari ke 9, hari ke 12 dan akhir penelitian, hari ke 15. Hasil analisis perubahan berat badan tikus sebelum dan setelah intervensi pada kelompok perlakuan dan kontrol dapat dilihat pada tabel 4.31

Tabel 4.31 Hasil Analisis Berat Badan pada Tikus Wistar Sebelum dan Setelah Intervensi

Kelompok	n	Berat Badan (gram)		Δ Mean	P*
		Pre-test	Post-test		
		Mean \pm SD	Mean \pm SD		
K	7	156 + 9.75	185 + 14.9	29	0.000
P1	6	157 + 8.88	218 + 27.9	61	0.002
P2	7	160 + 17.7	218 + 23.0	58	0.000
P3	6	154 + 9.23	206 + 21.1	52	0.000
P**		0.865	0.040		

Syam, Kurniati Y, Zaenal, Puspitasari, Khaerani (2019)

* Paired T-test

** One-Way Anova Test

Berdasarkan tabel 4.31 hasil analisis menunjukkan rerata berat badan setelah intervensi pada setiap kelompok mengalami peningkatan. Setelah intervensi, rerata peningkatan berat badan paling tinggi terdapat pada kelompok P1 sebesar 218 + 27.9 gram dengan Δ mean sebesar 61 gram dan rerata peningkatan yang paling rendah terjadi pada kelompok kontrol 185+14.9 gram dengan Δ Mean sebesar 29 gram.

Berdasarkan hasil uji paired t test, ada perbedaan yang signifikan antara berat badan sebelum dan setelah intervensi pada masing-masing kelompok dengan nilai $p < 0,05$. Berdasarkan hasil uji ANOVA menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan rerata berat badan antara kelompok perlakuan dan kelompok kontrol sebelum intervensi yang mana nilai $p = 0,865 > 0,05$. Ada perbedaan yang signifikan rerata berat badan antara kelompok

perlakuan dan kelompok kontrol setelah intervensi yang nilai $p = 0,040 < 0,05$.

Analisis Anova dilanjutkan dengan analisis post hoc test LSD. Berdasarkan Tabel 4.32 hasil analisis menunjukkan ada perbedaan yang signifikan berat badan antara kelompok kontrol dengan kelompok P1 dan P2 dengan nilai $p=0.015$ dan $p=0.012$. Sedangkan antara kelompok perlakuan yang lain, tidak berbeda secara signifikan $p>0,05$.

Tabel 4.32 Hasil Uji Analisis Berat Badan Post Hoc Tests LSD

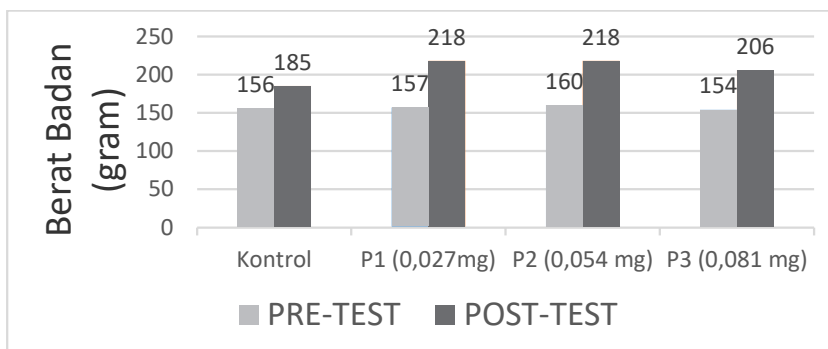
Kelompok	K	P1	P2	P3
K	-	0.015*	0.012*	0.105
P1	0.015*	-	0.998	0.369
P2	0.012*	0.998	-	0.351
P3	0.105	0.369	0.351	-

Syam, Kurniati Y, Zaenal, Puspitasari, Khaerani (2019)

*Signifikan (< 0.05)

Pada Grafik 4.9 menunjukkan bahwa peningkatan berat badan yang paling tinggi terjadi pada kelompok P1 dan P2 sedangkan peningkatan yang paling rendah terjadi pada kelompok kontrol.

Grafik 4.9 Rerata Perubahan Berat Badan Tikus Wistar Sebelum dan Setelah Intervensi



Syam, Kurniati Y, Zaenal, Puspitasari, Khaerani (2019)

Tikus dibuat malnutrisi dengan puasa/tidak diberi makan selama 3 hari dengan pemberian air minum secara ad libitum. Pada penelitian ini didapatkan rerata penurunan berat badan pada tikus sekitar 20 gram. Penentuan status malnutrisi untuk hewan laboratorium belum ada ketentuan yang spesifik. Pada penelitian Sulistyowati *et. al.* (2015) perubahan kondisi tikus setelah diberi diet non protein menunjukkan gejala dan tanda kurang gizi, ditunjukkan dengan penurunan rerata berat badan sebesar 8,56 gram, warna bulu lebih kuning serta rontok, kurang aktif, dan kadar albumin yang rendah.

Kadar zink serum ditemukan rendah pada anak malnutrisi energi protein secara global. Hasil penelitian pada anak pra sekolah menunjukkan bahwa kadar zink serum anak malnutrisi lebih rendah dibandingkan kontrol. Suplementasi zink selama fase rehabilitasi kekurangan gizi telah dikaitkan dengan penambahan berat badan yang cepat

Malnutrisi memiliki hubungan yang erat dengan defisiensi zink. Mekanisme sebagai pengganti yang beroperasi pada spesies monogastrik selama malnutrisi kurang efektif untuk penyerapan elemen transisi seperti zink, yang masih terikat pada ligan makanan atau endogen. Defisiensi protein dan zink keduanya merupakan penentu negatif yang kuat untuk imunitas seluler normal.

Pengaruh Pemberian Biskuit Biji Labu Kuning terhadap Kadar Zink Serum

Hasil pemeriksaan laboratorium dan analisis uji statistik, menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan kadar zink serum tikus malnutrisi sebelum dan setelah intervensi pada masing-masing kelompok. Namun, pada kelompok P2 yang diberi biskuit berbahan tepung biji labu kuning dengan kandungan zink sebesar 0.054 mg mengalami peningkatan rerata kadar zink serum dari 4,74 mg/l meningkat menjadi 5,13 mg/l.

Pada penelitian ini, kelompok P2 memiliki rerata kadar zink serum awal yang paling rendah dibandingkan dengan kelompok lainnya. Status zink dipengaruhi oleh absorpsi zink, di mana kadar zink yang rendah akan mengabsorpsi zink lebih efisien dibandingkan dengan kadar zink yang tinggi. Absorpsi zink diatur oleh metalotionein yang disintesis di dalam sel dinding saluran cerna. Bila konsumsi zink tinggi, di dalam sel dinding saluran cerna sebagian diubah menjadi metalotionein sebagai simpanan, sehingga absorpsi berkurang. Bentuk simpanan ini akan dibuang bersama sel-sel dinding usus halus yang umurnya adalah 2 - 5 hari.

Pemberian biskuit berbahan tepung biji labu kuning selama 14 hari tidak menunjukkan hasil yang signifikan, namun terjadi kecenderungan peningkatan rerata kadar zink serum dibandingkan dengan kelompok kontrol. Serupa dengan penelitian Vakili dkk (2015) yang menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan kadar zink serum selama enam bulan pada anak sekolah dasar, namun terdapat efek positif suplementasi zink 10 mg terhadap kadar zink serum dibandingkan placebo.

Pada penelitian ini, tikus diinduksi malnutrisi dengan puasa/tidak diberi makan selama 3 hari. Tikus yang mengalami malnutrisi sebelum dan setelah intervensi menunjukkan bahwa tikus tidak mengalami defisiensi zink. Dikatakan defisiensi apabila kadar zink dalam serum $<9.9 \mu\text{mol/L}$ atau $0,65 \text{ mg/L}$. Selama puasa, konsentrasi zink serum meningkat karena pelepasan oleh otot selama katabolisme; setelah makan, kadar zink serum menurun secara progresif sehubungan dengan perubahan hormon dan penyerapan jaringan nutrisi yang diinduksi oleh metabolisme bahan bakar. Serum zink mewakili hanya 0,1% dari seluruh tubuh zink. Zink yang beredar berubah dengan cepat (~ 150 kali per hari) untuk memenuhi kebutuhan jaringan. Khususnya, selama 24 jam, setara dengan sekitar seperempat hingga sepertiga ($\sim 450 \text{ mg}$) dari total pertukaran zink tubuh antara aliran darah dan jaringan lain.

Dalam keadaan malnutrisi, terjadi ketidakseimbangan homeostatis zink dalam tubuh, sehingga kebutuhan asupan zink meningkat. Mekanisme sebagai pengganti yang beroperasi pada spesies monogastrik selama malnutrisi kurang efektif untuk penyerapan elemen transisi, seperti

zink, yang masih terikat pada ligan makanan atau endogen. Keseimbangan homeostatis zink dalam tubuh tergantung pada absorpsi dan ekskresi. Homeostatis zink dipertahankan dalam sistem pencernaan manusia melalui penyerapan zink eksogen dan aktivitas zink endogen. Nilai albumin dalam plasma merupakan penentu utama absorpsi zink. Absorpsi zink menurun bila albumin darah menurun pada keadaan gizi kurang.

Pada tikus, zink yang diabsorpsi sekitar 5 - 10 %, sedangkan pada manusia kurang lebih 50,8 %. Zink yang diabsorpsi berikatan dengan albumin dan 30 - 40 % dibebaskan ke dalam sirkulasi darah yang kemudian didistribusikan ke seluruh jaringan lain. Sekitar 60-80 % zink intraseluler terdapat dalam praksi sitosol, 10 % dalam bagian inti, dan hanya sebagian kecil yang ditemukan dalam mitokondria dan ribosom. Sebagian besar zink dalam sitosol berikatan dengan protein, dan zink yang berlebih berikatan dengan metalotionein di bawah kondisi normal.

Absorpsi zink sangat bervariasi dan tidak tergantung hanya pada kandungan zink dalam diit, melainkan juga pada bioavailabilitas zink. Pada penelitian ini, pakan yang diberikan pada keempat kelompok adalah jagung kuning yang mengandung serat pangan sebesar 2 gr dan zink sebesar 0,46 mg/100 gram. Pada kelompok perlakuan diberikan penambahan biskuit, yang mengandung kalsium sebesar 6,08 mg dan zink sebesar 1,52 mg/100 gram. Pada tepung biji labu kuning mengandung zat besi yang tinggi sekitar 10,43 mg/100 gram.

Kalsium, besi, serat dan fitat dapat menghambat absorpsi zink. Fitat dengan kation zink akan membentuk

kompleks yang kuat dan tidak dapat larut. Karena saluran cerna sangat kekurangan aktivitas enzim fitase maka ikatan zink dan fitat akan dikeluarkan melalui feses. Kalsium mempunyai kecenderungan membentuk kompleks dengan fitat dan zink serta akan menjadi bentuk yang tidak larut sehingga menyebabkan hambatan absorpsi zink. Selain itu, asupan zat gizi mikro dengan valensi 2 seperti besi dapat menghambat penyerapan zink. Interaksi zink dan besi pertama kali terjadi di usus. Tipe interaksi antara keduanya berupa kesamaan jalur absorpsi, artinya bila kadar salah satu elemen tinggi maka akan mempengaruhi absorpsi elemen lain. Protein transport besi pada sisi apikal enterosit diketahui juga menjadi protein transport bagi zink. Besi sedikit mempengaruhi absorpsi zink jika rasio zink : besi = 1 : 1 tetapi efek inhibisi terhadap absorpsi zink terjadi bila rasio zink : besi = 1 : 2 atau kurang.

Mineral zink termasuk ke dalam trace mineral, artinya dibutuhkan oleh tubuh relatif sedikit. Kebutuhan tubuh akan zink tergantung dari pengaturan makanan yang cukup agar dapat menyediakan zink untuk keperluan berbagai proses metabolisme dalam tubuh. Dosis yang digunakan dalam penelitian ini adalah 1,5 mg 3 mg dan 4,5 mg yang dikonversikan ke tikus relatif lebih rendah dari yang diperlukan untuk meningkatkan status zink, yang mungkin menjelaskan efek yang lebih kecil pada peningkatan kadar zink serum daripada penelitian yang menggunakan dosis yang lebih besar. Hasil penelitian Akbar *et. al.* (2013) yang menunjukkan bahwa pemberian zink sulfat 2.5 gr selama 14 hari dapat meningkatkan kadar zink serum pada tikus.

Perubahan konsentrasi zink plasma dalam kelompok suplementasi zink secara bermakna dikaitkan dengan usia, yang mana anak-anak yang lebih muda memiliki perubahan konsentrasi zink plasma yang lebih besar daripada anak yang lebih tua. Pemberian dosis 5 mg selama 3 minggu pada baduta secara signifikan menunjukkan kadar plasma zink lebih baik di bandingkan placebo. Pemberian dosis 10 mg/hari selama 3 bulan pada anak, menunjukkan bahwa ada peningkatan yang signifikan serum zink pada kelompok intervensi.

Setiap hari zink di dalam tubuh mengalami ekskresi sehingga asupan zink harian dibutuhkan untuk menjaga zink di dalam tubuh tetap normal karena tubuh tidak memiliki mekanisme khusus untuk menyimpan zink. Saluran pencernaan makanan merupakan jalur normal untuk ekskresi mineral zink. Distribusi zink antara cairan ekstraseluler, jaringan dan organ dipengaruhi oleh keseimbangan hormon dan situasi stres. Dalam penelitian ini, perlakuan sonde oral pada tikus dapat membuat tikus stres dan menyebabkan tikus mengeluarkan urin dan feses. Pada hewan normal 65 - 85 % zink yang masuk ke dalam tubuh diekskresikan melalui feses dan ± 1 % di ekskresikan melalui urine. Sedangkan ekskresi zink pada hewan yang menderita defisiensi zink menurun hanya 9 - 25 %.

Asumsi lain, bahwa hasil pemeriksaan kadar zink awal diduga mengalami hemolisis, dikarenakan variasi waktu pengambilan darah dan lamanya waktu sebelum separai serum/plasma dari whole blood pada tikus yang mengalami malnutrisi yang dapat mempengaruhi hasil. Hemolisis akan meningkatkan zink plasma/serum, karena eritrosit

mempunyai kandungan zink yang tinggi. Zink plasma/serum juga lebih tinggi di pagi hari. Semakin lama waktu separasi plasma/serum dari whole blood, konsentrasi zink pada plasma/serum semakin tinggi.

Pengaruh Pemberian Biskuit Berbahan Tepung Biji Labu Kuning terhadap Perubahan Berat Badan Tikus Wistar Malnutrisi

Dalam keadaan normal, kecepatan tumbuh seekor tikus sebesar 5 gram per hari. Kecepatan pertumbuhan tergantung dari spesies, jenis kelamin, umur, dan keseimbangan zat-zat nutrisi dalam ransum. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa ada perbedaan yang signifikan terhadap peningkatan berat badan pada tikus wistar malnutrisi sebelum dan setelah intervensi pada masing-masing kelompok. Salah satu faktor yang mempengaruhi pertumbuhan tikus adalah kualitas pakan yang diberikan. Pertambahan berat badan terutama disebabkan oleh keseimbangan energi dan protein serta zat-zat gizi pakan lainnya yang terkandung dalam pakan.

Setelah dibandingkan dengan kelompok kontrol ditemukan bahwa terjadi perbedaan yang signifikan pemberian biskuit berbahan tepung biji labu kuning selama 14 hari terhadap peningkatan berat badan tikus wistar malnutrisi. Berdasarkan hasil uji post hoc LSD menunjukkan ada perbedaan yang signifikan terhadap berat badan tikus wistar malnutrisi antara kelompok kontrol dan kelompok P1 (dosis 0,027 mg) dan P2 (dosis 0,054 mg). Serupa dengan penelitian Maulana dan Wijayanti (2018), yang menunjukkan bahwa ada pengaruh pemberian sirup zink

dosis 1,25 mg selama 3 bulan terhadap perubahan berat badan pada Balita dengan KEP.

Peningkatan berat badan yang lebih besar pada kelompok perlakuan P1 dan P2 akibat dari pemberian makanan tambahan biskuit dan peningkatan nafsu makan. Suplementasi zink merangsang peningkatan konsumsi beberapa makronutrition dan zink serum basal dan meningkatkan kadar alkali fosfatase plasma. Terjadinya peningkatan nafsu makan akan meningkatkan jumlah asupan kalori dan protein sehingga dengan konsumsi yang teratur intake akan meningkat dibanding yang tidak teratur. Kalori yang berlebih akan disimpan dalam bentuk jaringan lemak dan protein berfungsi untuk meningkatkan massa otot serta mineral sebagai enzim untuk pertumbuhan. Serupa dengan penelitian Candra (2017) tentang pengaruh suplementasi zink pada pertumbuhan menunjukkan bahwa pemberian suplementasi zink dapat meningkatkan nafsu makan dan status gizi BB/U pada anak.

Pada keadaan kurang gizi atau keadaan infeksi kebutuhan zink akan meningkat. Peran zink dalam pertumbuhan erat kaitannya dengan peningkatan konsentrasi plasma Insulin-like Growth Factor I (IGF I). Insulin-like Growth Factor I merupakan mediator hormon pertumbuhan yang berperan sebagai suatu *growth promoting factor* dalam proses pertumbuhan.

Dalam proses pertumbuhan, zink berperan dalam sintesis protein yang dibutuhkan untuk pembentukan jaringan baru, pertumbuhan, dan perkembangan tulang yang normal. Zink menginduksi neuropeptida pada hipotalamus, sekresi GH, sensitivitas GH endogen,

bioaktivitas GH dan Reseptor GH. Zink merangsang GHRH yang nantinya akan merangsang area somatotropik pituitary yang mensekresikan GH. Zink bertanggung jawab pada perumbuhan tulang longitudinal terutama pada sel kondrosit di epifisis. Jadi zink berpengaruh pada semua mekanisme pertumbuhan sel dan tulang.

Zink dapat membantu proses metabolisme dan membantu kerja enzim di dalam tubuh salah satunya akan meningkatkan fungsi enzim dalam tubuh. Jika fungsi enzim dalam tubuh berlangsung dengan baik, maka asupan makanan yang masuk ke dalam tubuh dapat mudah diserap dan berfungsi optimal dalam membantu proses pertumbuhan. Berdasarkan hasil penelitian Alves dkk. (2012) menunjukkan bahwa pemberian zink mampu meningkatkan energi, asupan protein, karbohidrat, kalsium, zat besi, dan zink.

Biskuit berbahan tepung biji labu kuning kaya akan zat gizi, selain mengandung zink, kandungan zat gizi pada 100 gram biskuit berbahan tepung biji labu kuning menghasilkan sekitar 534,7 kkal total kalori, 48,16 gram karbohidrat, 33,05 gram lemak, dan 11,20 gram protein. Pada kelompok P1 menerima asupan energi sekitar 9.5 kkal/3ml/ekor, kelompok P2 sekitar 19 kkal/6ml/ekor dan kelompok P3 sekitar 28.5 kkal/9ml/ekor/hari. Besarnya asupan makan berpengaruh terhadap besarnya asupan energi yang kemudian disimpan sebagai lemak dan akhirnya berimplikasi terhadap penambahan berat badan dari hewan coba.

Konsumsi diet yang kaya akan karbohidrat maupun lemak akan menyebabkan peningkatan jumlah lemak yang

terdeposit pada jaringan adiposa terutama yang berada di bawah kulit dan di rongga perut. Setiap jumlah lemak dan karbohidrat makanan yang berlebihan dan tidak langsung digunakan akan disimpan di jaringan adiposa dalam bentuk trigliserida.

Pada penelitian ini, dosis tinggi pada kelompok P3 tidak berbeda signifikan dengan kelompok kontrol, hasil tersebut serupa dengan penelitian Tsalissavrina (2006), bahwa kelompok diet tinggi karbohidrat tidak berbeda signifikan dengan kelompok kontrol. Kelompok P3 menerima 3 kali lebih banyak energi dan zat gizi lainnya dibandingkan dengan kelompok lainnya. Menurut Bruckdorfer (2005) glukosa yang tinggi akan menstimulasi pusat kenyang (satiety centre) yang terdapat pada nukleus ventromedial di hipotalamus.

Selain itu, hasil penelitian Doherty dkk. (1998) menunjukkan bahwa dosis zink yang lebih tinggi tidak terkait dengan perubahan signifikan dalam pengukuran antropometri, tetapi terkait dengan mortalitas yang secara signifikan lebih besar pada anak-anak yang menerima dosis zink tinggi (6.0 mg/kg) dibandingkan dengan mereka yang menerima suplementasi zink dosis rendah (1.5 mg/kg). Suplementasi zink dosis tinggi diduga dapat memperburuk pada defisiensi mineral lain dengan berkurangnya penyerapan pada usus. Zink menghambat penyerapan tembaga dan defisiensi tembaga terjadi pada malnutrisi energi-protein yang parah. Kekurangan tembaga juga dikaitkan dengan gangguan respon imun, khususnya pengurangan respons antibodi terhadap antigen yang bergantung pada sel T dan penurunan

aktivitas mikrobiosidal fagosit. Metallothionein, sebuah polipeptida intraseluler, memainkan peranan penting dalam metabolisme zink dan tembaga.

C. Pengaruh Pemberian Biskuit Biji Labu Kuning Terhadap Asupan, Status Gizi dan Kadar Zink Remaja

Penelitian ini dilaksanakan di Panti Asuhan di Kota Makassar dengan sampel sebanyak 40 orang anak usia sekolah 10 - 17 tahun. Pada pengambilan data base line dilakukan pengukuran berat badan dan tinggi badan, recall konsumsi selama 3 hari serta pengambilan plasma darah untuk pengukuran zink. Pengambilan darah dilakukan oleh petugas dari laboratorium Prodia

Adapun karakteristik sampel adalah sebagai berikut:

Tabel 4.33 Karakteristik Responden

Karakteristik	n	%
Jenis Kelamin		
Laki-Laki	20	50
perempuan	20	50
Usia		
<=15 tahun	29	72.5
>15 tahun	11	27.5
Status Gizi		
Kurus	23	57.5
Normal	14	35
Gemuk	3	7.5
Kadar Zink		
Defisiensi	12	30
Normal	28	70

Sumber: Data Primer (2019)

Berdasarkan Tabel 4.33, terlihat bahwa sampel pada penelitian ini memiliki distribusi yang sama pada tiap jenis kelamin, yaitu 50 % laki-laki dan 50 % perempuan. Berdasarkan usia, sampel pada penelitian ini sebagian besar berusia ≤ 15 tahun yaitu 72,5 %. Sedangkan berdasarkan status gizi, sebagian besar responden memiliki status gizi kurus, yaitu 57,5 %. Terdapat 30 % responden yang mengalami defisiensi zink

Tabel 4.34 Distribusi Usia, Berat Badan, Tinggi Badan, Kadar Zink dan IMT Responden

	Mean	SD	Min	Max
Usia	12.88	± 2.88	10	19
Berat Badan	36.99	± 12.6	18.9	70.5
Tinggi Badan	140	± 14	116	165.5
Kadar Zink	82.05	± 10.8	63	108
IMT	18.45	± 4.35	13.73	33.53

Sumber: Data Primer (2019)

Berdasarkan tabel di atas, terlihat bahwa usia responden rata-rata adalah 12,88 tahun, dengan usia yang paling muda adalah 10 tahun dan yang paling tua adalah 18 tahun. Berdasarkan berat badan, rata-rata responden memiliki berat 36,99 kg, dengan berat paling ringan adalah 18,9 kg dan yang paling berat 70,5 kg. Rata-rata tinggi badan responden adalah 140 cm, dengan tinggi badan yang paling pendek adalah 116 cm dan yang paling tinggi adalah 165,5 cm.

Tabel 4.35 Hubungan antara Jenis Kelamin, Usia dan Status Gizi dengan Kadar Zink pada Responden

Karakteristik	Kadar Zink Defisiensi		Normal		Nilai P*
	N	%	n	%	
Jenis Kelamin					
Laki-laki	8	40	12	60	0.168
Perempuan	4	20	16	80	
Kat Usia					
<=15 tahun	8	27.6	21	72.4	0.589
>15 tahun	4	36.4	7	63.3	
Status Gizi					
Kurus	7	30.4	16	69.6	0.984
Normal	4	28.6	10	71.4	
Gemuk	1	33.3	2	66.7	

Sumber: Data Primer (2019)

*Uji Chi Square

Berdasarkan tabel di atas, terlihat bahwa defisiensi zink paling banyak pada laki-laki, kelompok usia >15 tahun dan status gizi kurus.

1. Intervensi

Intervensi dilakukan selama 30 hari dengan memberikan biskuit sebanyak 36 gram dalam 4 keping, masing-masing keping seberat 9 gram. Sampel dibagi secara random ke dalam 2 kelompok, yaitu kelompok kontrol dan kelompok intervensi. Kelompok kontrol menerima biskuit tanpa tambahan biji labu, sedangkan kelompok intervensi menerima biskuit yang ditambahkan tepung biji labu kuning. Intervensi telah memasuki minggu kedua.

2. Hasil Intervensi

Intervensi dilakukan selama 1 bulan. Jumlah sampel di awal penelitian adalah sebanyak 40 orang, tetapi 10 orang sampel mengalami *drop out* karena tidak datang pada saat pengambilan darah *post test*. Hal ini memang menjadi kendala utama penelitian ini, karena pengambilan darah pada sampel yang merupakan remaja, tidak mudah untuk dilakukan. Karena hal tersebut, maka sampel yang tersisa pada akhir penelitian adalah sebanyak 30 sampel, terdiri dari 14 orang di kelompok intervensi dan 16 orang di kelompok kontrol. Penyebab *drop out* lainnya, yaitu karena ada sebagian responden yang tidak menyukai biskuit kontrol, sehingga tidak mengkonsumsinya. Sedangkan pada kelompok intrervensi, semua sampel mengkonsumsi biskuit biji labu yang diberikan dan menyukai rasanya, namun mereka tidak hadir pada saat pengambilan darah *post test*.

Tabel 4.36 Perbedaan Asupan Zat Gizi Kelompok Intervensi dan Kontrol pada Pre dan Post Test

Asupan Zat Gizi	Kelompok								p*
	Intervensi				kontrol				
	Mean	Sd	min	max	mean	sd	min	max	
Asupan Makronutrient									
Karbohidrat (gram)									
Pre	172.46	±80.01	106.93	291.8	149.28	±67.1	112.13	254.37	0,402
Post	201.62	±106.93	90,66	416.43	169.4	±82.78	127,63	320.53	0,370
p**	0,073				0,127				
Perbedaan mean	29.16				20.12				
Protein (gram)									
Pre	35.37	±14.42	18,7	63.73	35.66	±16.09	25.93	59.63	0,959
Post	45.84	±24.77	20	113.6	39.95	±19.18	26.93	74.37	0,478
p**	0,012				0,245				
Perbedaan mean	10.47				4.29				
Lemak (gram)									
Pre	39.04	±19.07	12.73	81.37	38.15	±19.28	21.67	67.6	0,899
Post	56.24	±31.37	19.5	138.6	47.07	±25.41	26	90.27	0,391
p**	0,004				0,109				
Perbedaan mean	17.2				8.92				
Energi (Kkal)									
Pre	1170.91	±503.86	691.2	2132.17	1077.77	±477.01	816.84	1619.7	0,608
Post	1532.42	±732.44	740,53	3147.1	1273.9	±603.65	1042.53	2390.3	0,305
p**	0,003				0,067				
Perbedaan mean	361.51				196.13				
Asupan Mikronutrient									
Fe									
Pre	3.33	±1.91	1.9	7.07	3.6	±2.2	2.1	7.7	0,727
Post	8.6	±4.32	5.1	18.67	4.7	±2.7	2.73	10.33	0,008
p**	0,000				0,134				
Perbedaan mean	5.27				1.1				
Zink									
Pre	3.4	±1.49	2.2	6.6	3.36	±1.57	2.73	5.77	0,907
Post	4.88	±2.64	1.8	11.97	4.2	±2.13	2.67	7.43	0,445
p**	0,003				0,071				
Perbedaan mean	1.48				0.84				

p* Uji T Bebas

p** Uji T Berpasangan

Sumber: Data Primer (2019)

Berdasarkan tabel 4.36 terlihat bahwa untuk asupan zat gizi kelompok intervensi mengalami peningkatan secara signifikan antara pre dan post test bila dibanding kelompok kontrol. Pada kelompok intervensi, semua asupan zat gizi, kecuali karbohidrat, mengalami perbedaan yang signifikan pada saat pre dan post test. Sedangkan pada kelompok kontrol, meskipun ada peningkatan, namun perbedaannya tidak signifikan. Meski antara kelompok intervensi dan Kontrol perbedaannya tidak signifikan, namun secara umum, kelompok intervensi memiliki asupan zat gizi yang lebih baik bila dibandingkan kelompok kontrol.

Tabel 4.37 Perbedaan Status Gizi Kelompok Intervensi dan Kontrol pada Pre dan Post Test

Status Gizi	Kelompok								p*
	Intervensi				kontrol				
	Mean	Sd	min	max	mean	sd	min	max	
Berat Badan (kg)									
Pre	40.21	±11.8	18.9	56.3	39.13	±14.48	22.7	70.5	0,823
Post	40.37	±11.62	19.4	57.2	39.15	±14.32	22.4	70.5	0,798
p**	0,590				0,857				
Perubahan mean	0.16				0.02				
Tinggi Badan (cm)									
Pre	142.5	±13.03	116	161	144.43	±15.19	117.4	165.5	0,711
Post	142.54	±13.01	116	161	144.43	±15.19	117.4	165.5	0,724
p**	0,336				0,167				
Perubahan mean	0.04				0				
IMT (kg/m²)									
Pre	19.36	±3.91	14.05	25.03	18.34	±5.08	14.3	33.53	0,540
Post	19.5	±3.95	14.41	26.11	18.41	±5.02	13.99	33.53	0,511
p**	0,424				0,458				
Perubahan mean	0.14				0.07				

p* Uji T Bebas

p** Uji T Berpasangan

Sumber: Data Primer (2019)

Berdasarkan tabel di atas, terlihat bahwa pada kelompok intervensi dan kelompok kontrol tidak mengalami perubahan status gizi yang signifikan, baik itu berdasarkan berat badan, tinggi badan maupun IMT. Namun jika dirinci berdasarkan perbedaan mean yang tidak signifikan tersebut, terlihat bahwa kelompok intervensi lebih baik jika dibandingkan kelompok kontrol. Kelompok intervensi mengalami kenaikan berat badan sebesar 160 gram, tinggi badan sebesar 4 mm dan IMT 0,14 kg/m². Hal tersebut lebih tinggi dari perubahan yang terjadi pada kelompok kontrol, yang mana berat badan naik sebesar 20 gram, tidak mengalami penambahan tinggi badan, IMT naik sebesar 0,07 kg/m².

Tabel 4.38 Perbedaan Kadar Zink Kelompok Intervensi dan Kontrol pada Pre dan Post Test

Kadar Zink plasma	Kelompok								
	Intervensi				Kontrol				p*
Mean	Sd	min	max	mean	sd	min	max		
Kadar Zink (µg/dl)									
Pre	82.57	±10.51	66	108	84.03	±12.52	63	102	0,726
Post	79.86	±8.71	69	103	81.25	±15.54	58	123	0,761
p**	0,341				0,418				
Perubahan mean	2.71				2.78				

p* Uji T Bebas

p** Uji T Berpasangan

Sumber: Data Primer (2019)

Berdasarkan kadar zink, ditemukan terjadi penurunan kadar zink baik pada kelompok intervensi maupun kelompok kontrol. Tetapi penurunan kadar zink pada kelompok intervensi sedikit lebih rendah bila dibandingkan

kelompok kontrol. Pada kelompok intervensi, terjadi penurunan kadar zink sebesar 2,71 $\mu\text{g}/\text{dl}$, sedangkan pada kelompok kontrol terjadi penurunan kadar zink sebesar 2,78 $\mu\text{g}/\text{dl}$.

Hasil penelitian kami menunjukkan bahwa pemberian biskuit yang difortifikasi dengan biji labu dapat meningkatkan asupan. Hasil ini sejalan dengan penelitian tentang efektivitas biskuit yang diperkaya dengan tepung pisang dan ikan tuna pada Balita *underweight*. Penelitian tersebut menunjukkan peningkatan asupan energi dan protein pada Balita kelompok intervensi. Hasil penelitian ini juga serupa dengan penelitian yang melihat efek pemberian biskuit lele pada anak dan remaja yang dirawat di rumah sakit. Hasilnya menunjukkan pemberian biskuit lele secara signifikan meningkatkan asupan energi, protein, lemak, karbohidrat, zink dan vitamin A pada partisipan. Beberapa studi lain juga menunjukkan bahwa pemberian biskuit yang difortifikasi dengan bahan pangan seperti ubi jalar ungu, ubi jalar kuning, tempe, bekatul, ikan mujair, dan ikan gabus dapat meningkatkan asupan gizi pada partisipan penelitian.

Selain dapat meningkatkan asupan, pemberian biskuit dapat pula digunakan untuk menurunkan asupan pada penderita obesitas. Seperti studi yang melihat pemberian biskuit yang difortifikasi dengan protein whey. Hasilnya menunjukkan bahwa pemberian biskuit tersebut dapat menurunkan asupan energi pada penderita obesitas.

Peningkatan asupan pada partisipan dapat terjadi karena penambahan biji labu dapat meningkatkan kandungan gizi biskuit. Penambahan biji labu kuning

dapat meningkatkan kandungan Fe dan zink pada biskuit. Penambahan 33 % tepung biji labu pada biskuit dapat meningkatkan kandungan Fe secara signifikan bila dibandingkan biskuit kontrol. Selain itu, biskuit yang ditambahkan biji labu juga menjadi biskuit sehat yang kaya antioksidan serta rendah indeks glikemik. Karena itu, biji labu kuning dapat digunakan sebagai alternatif mengatasi masalah gizi pada anak dan remaja.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tidak terjadi perubahan berat badan, tinggi badan maupun indeks massa tubuh pada partisipan, baik antara kelompok intervensi dan kelompok kontrol maupun antara baseline dan endline. Namun ada kecendrungan kelompok intervensi memiliki perubahan yang lebih baik pada semua parameter antropometri. Hasil penelitian ini mirip dengan studi yang melihat pengaruh pemberian *cookies* yang difortifikasi dengan *cowpea*. Meski ada peningkatan berat badan dan IMT pada kelompok intervensi, namun perubahannya tidak signifikan.

Hasil ini berbeda dengan studi yang melihat pemberian biskuit kawista pada anak Balita penderita malnutrisi. Studi tersebut menunjukkan bahwa pemberian biskuit kawista dapat meningkatkan berat badan secara signifikan pada partisipan. Demikian pula studi yang melihat pemberian biskuit belut selama 3 bulan dapat meningkatkan tinggi badan partisipan secara signifikan. Studi lain menemukan pemberian biskuit selama 1 tahun menyebabkan perubahan IMT yang signifikan.

Berat badan pada remaja dipengaruhi oleh banyak faktor seperti pengetahuan gizi dan perilaku makan. Selain

itu, beberapa studi menemukan hubungan yang signifikan antara aktivitas fisik dan kepercayaan diri dengan berat badan pada remaja. Selain itu, faktor yang mempengaruhi berat badan pada remaja adalah pendapatan rumah tangga, teman sebaya dan jaringan sosial, kebiasaan keluarga, geografis dan akses terhadap makanan.

Tinggi badan pada remaja sangat terkait dengan stunting, meski pada studi ini tidak menilai stunting secara khusus. Tinggi badan yang optimal dibutuhkan remaja untuk mencegah terjadinya stunting. Khusus pada remaja putri, stunting menjadi faktor risiko gizi ketika remaja putri tersebut memasuki usia reproduksi. Stunting pada remaja putri menjadi masalah gizi intergenerasi

Salah satu penjelasan mengapa perubahan berat badan dan tinggi badan pada penelitian ini tidak signifikan, bisa jadi karena masa intervensi yang singkat, yaitu 4 minggu, meski ada sebagian studi yang telah menemukan perubahan berat badan dan tinggi badan dalam masa intervensi yang singkat. Berat badan lebih nyata terlihat perubahannya, karena berat badan cenderung mudah berubah bila dibandingkan tinggi badan. Sedangkan tinggi badan itu sendiri adalah parameter yang lebih lama baru terlihat perubahannya.

Penelitian ini menunjukkan bahwa setelah diberi intervensi semua partisipan mengalami penurunan kadar zink plasma. Hasil penelitian ini sama dengan penelitian yang dilakukan pada hewan coba, yang mana setelah intervensi terjadi penurunan kadar zink plasma pada kelompok intervensi maupun kontrol. Penurunan tersebut pada kelompok intervensi dapat disebabkan karena adanya interaksi antara Fe dan zink. Sebagaimana yang telah

dijelaskan, terjadi peningkatan asupan Fe yang signifikan pada kelompok intervensi. Kadar Fe yang terlalu tinggi dapat menghambat penyerapan zink. Hal tersebut disebabkan karena keduanya memiliki kemiripan dalam sifat fisiko-kimia seperti jari-jari atom (besi 140 pm, zink 135 pm) dan oksidasi (Fe^{2+} , $3+$, Zinc^{2+}). Selain itu, kedua mineral tersebut memiliki tempat penyimpanan utama di hati dan tempat penyerapan maksimal di duodenum proksimal. Meski besi hanya diserap sekitar 5% dan zink 15%. Studi yang dilakukan pada manusia telah menunjukkan efek penghambatan zink pada penyerapan Fe ketika kedua mineral diberikan bersama-sama dengan cara berpuasa.

Penurunan kadar zink pada semua kelompok dapat terkait pula dengan keadaan stres pada partisipan. Karena pada saat dilakukan intervensi mereka tengah menghadapi suasana pandemik yang mengharuskan mereka belajar dari rumah. Rasa cemas dan depresi dapat meningkatkan kebutuhan dan penggunaan zink oleh tubuh. Berbagai studi pada hewan dan manusia menunjukkan bahwa zink berhubungan dengan kejadian depresi.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdel Aziz, Amer R., Mahmoud R. AbouLaila, Mohammad Aziz, Mosaab A. Omar, and Khaled Sultan. 2018. "In Vitro and in Vivo Anthelmintic Activity of Pumpkin Seeds and Pomegranate Peels Extracts against *Ascaridia Galli*." *Beni-Suef University Journal of Basic and Applied Sciences* 7(2):231-34.
- Abd-elnoor, ester. 2019. "Hypoglycemic and Hypolipidemic Effects of Pumpkin Seeds Powder and Oil on Alloxan-Induced Diabetic in Rats." *Egyptian Journal of Food Science* 0(0):0-0.
- Abdel-Rahman, Manal K. 2006. "Effect of Pumpkin Seed (*Cucurbita Pepo* L.) Diets on Benign Prostatic Hyperplasia (BPH): Chemical and Morphometric Evaluation in Rats." *World Journal of Chemistry* 1(1):33-40.
- Abdel-Rahman, MK. (2006). Effect Of Pumpkin Seed (*Cucurbita Pepo* L.) Diets On Benign Prostatic Hyperplasia (BPH) Chemical And Morphometric Evaluation In Rats.
- Abou-Zeid, Shima M., Huda O. AbuBakr, Mostafa A. Mohamed, and Amanallah El- Bahrawy. 2018. "Ameliorative Effect of Pumpkin Seed Oil against Emamectin Induced Toxicity in Mice." *Biomedicine and Pharmacotherapy* 98(December 2017):242-51.
- Abuelgassim, Abuelgassim O. and Showayman I. A. Al-showayman. 2012. "The Effect of Pumpkin (*Cucurbita*

Pepo L) Seeds and L-Arginine Supplementation on Serum Lipid Concentrations in Atherogenic Rats.” *African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines* 9(1):131–37.

Achilonu, M. C., I. C. Nwafor, D. O. Umesiobi, and M. M. Sedibe. 2018. “Biochemical Proximates of Pumpkin (Cucurbitaeae Spp.) and Their Beneficial Effects on the general Well-Being of Poultry Species.” *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 102(1):5–16.

Acorda, Jezie A., Imma Ysabela Emille C. Mangubat, and Billy P. Divina. 2019. “Evaluation of the in Vivo Efficacy of Pumpkin (Cucurbita Pepo) Seeds against Gastrointestinal Helminths of Chickens.” *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences* 43(2):206–11.

Adams, Gary G., Shahwar Imran, Sheng Wang, Abubaker Mohammad, M. Samil Kok, David A. Gray, Guy A. Channell, and Stephen E. Harding. 2012. “Extraction, Isolation and Characterisation of Oil Bodies from Pumpkin Seeds for Therapeutic Use.” *Food Chemistry* 134(4):1919–25.

Adams, Gary G., Shahwar Imran, Sheng Wang, Abubaker Mohammad, Samil Kok, David A. Gray, Guy A. Channell, Gordon A. Morris, and Stephen E. Harding. 2011. “The Hypoglycaemic Effect of Pumpkins as Anti-Diabetic and Functional Medicines.” *Food Research International* 44(4):862–67.

- Aghaei, S., H. Nikzad, M. Taghizadeh, A. A. Tameh, A. Taherian, and A. Moravveji. 2014. "Protective Effect of Pumpkin Seed Extract on Sperm Characteristics, Biochemical Parameters and Epididymal Histology in Adult Male Rats Treated with Cyclophosphamide." *Andrologia* 46(8):927-35.
- Ahmed F., Khan M.R., Jackson A.A., 2001. Concomitant supplemental vitamin A enhances the response to weekly supplemental iron folic acid in anemia teenagers in urban Bangladesh.," no. 2002, pp. 116-120, 2013.
- Alhakamy, Nabil A., Usama A. Fahmy, and Osama A. A. Ahmed. 2019. "Attenuation of Benign Prostatic Hyperplasia by Optimized Tadalafil Loaded Pumpkin Seed Oil- Based Self Nanoemulsion: In Vitro and in Vivo Evaluation." *Pharmaceutics* 11(12).
- Alhawiti, Anan O., Fawzia H. Toulah, and Majed H. Wakid. 2019. "Anthelmintic Potential of Cucurbita Pepo Seeds on Hymenolepis Nana." *Acta Parasitologica* 64(2):276- 81.
- Almatsier, Sunita, 2002. *Prinsip dasar ilmu gizi*, Gramt. Louis : Mosby-year Book."
- Almatsler, Soenita. *Prinsip Dasar Ilmu Gizi*. PT. Gramedia Pustaka. 2009. Jakarta. .
- Amin, M. Ziaul, Tahera Islam, M. Rasel Uddin, M. Jashim Uddin, M. Mashiar Rahman, and M. Abdus Satter. 2019. "Comparative Study on Nutrient Contents

in the Different Parts of Indigenous and Hybrid Varieties of Pumpkin (*Cucurbita Maxima* Linn.).” *Heliyon* 5(9):e02462.

Andriollo _Sanchez M, Hininger-Favier I, Meunier N, et al. (2005). Zink intake and Status in Midle Aged and Older European Subjects. *Eur J Clin Nutr*, 37-41

Anggraheni, Nani dan Pramono. (2015). Gambaran kadar serum seng (Zn) dengan Z score TB/U pada anak usia 9-12 tahun (studi penelitian di SDI Taqwiyatul Wathon, Semarang Utara). *Skripsi Universitas Diponegoro*.

Arisman. *Buku Ajar Gizi untuk Kebidanan*. Penerbit Muha Medika, 2009. Jogjakarta. .

Azevedo-Meleiro, Cristiane H. and Delia B. Rodriguez-Amaya. 2007. “Qualitative and Quantitative Differences in Carotenoid Composition among *Cucurbita Moschata*, *Cucurbita Maxima*, and *Cucurbita Pepo*.” *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 55(10):4027–33.

Bardaa S, Ben Halima N, Aloui F, Ben Mansour R, Jabeur H, Bouaziz M, Sahnoun Z. (2016). Oil from pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) seeds: evaluation of its functional properties on wound healing in rats. *Lipid in Health and Disease*, 15 (73)

Bessr L, Chorin E, Sekle I, Silverman, *et al.* (2009). Synaptically Released Zink Triggers Metabotropic Signaling Via a Zink Sensing Receptor on The Hippocampus. *J Neurosci* 29, 2890-2901.

- Bialek, Agnieszka, Malgorzata Bialek, Malgorzata Jelinska, and Andrzej Tokarz. 2017. "La Composición de Ácidos Grasos y Las Características de Aceites Comestibles Innovadores En Polonia." *CYTA - Journal of Food* 15(1):1-8.
- Blackburn, S., 2013, *Maternal; Fetal; & Neonatal Physiology: A Clinical Perspective*, USA, Elsevier Saunders, p. 247."
- Boscaino, and Maria G. Volpe. 2016. "Physico-Chemical Properties and Fatty Acid Composition of Pomegranate, Cherry and Pumpkin Seed Oils." *Journal of the Science of Food and Agriculture* 96(5):1730-35.
- Broek van den NR, Letsky EA. Etiology of anemia in pregnancy in south Malawi. *Am. J. Clin. Nutr.* 2000; 72(1):247S-256S."
- Brown KH, Rivera JA, Bhutta Z, Gibson RS, King JC, et al. (2004). Assessment of the Risk of Zink Deficiency in Population and Options for Its Control. *Food Nutr Bull*, 99-203.
- BRW Indriasari, JC Susanto, Suhartono. (2012). Pengaruh suplementasi seng terhadap Insiden diare dan tumbuh kembang anak pada usia 24-33 bulan. *Sari Pediatri*, 14(3), 147-151.
- Castiglioni, Sara, Alessandra Cazzaniga, Walter Albisetti, and Jeanette A. M. Maier. 2013. "Magnesium and Osteoporosis: Current State of Knowledge and Future Research Directions." *Nutrients* 5(8):3022-33.

- Chari, K. Yogeswara, Picheswara Rao Polu, and Rekha R. Shenoy. 2018. "An Appraisal of Pumpkin Seed Extract in 1, 2-Dimethylhydrazine Induced Colon Cancer in Wistar Rats." *Journal of Toxicology* 2018.
- Chelliah R. dkk. (2017). Antihypertensive Effect of Peptides From Sesame, Almond and Pumpkin Seeds : In Silico and Invivo Evaluation. *Journal of Agricultural, Life and Enviromental Sciences*, 29(1), 12-30.
- Cousin RJ, Liuzzi JP, Lichten LA. (2006). Mammalian Zink Transport, Trafficking and Signals. *J.Biol.Chem* 281, 24085-24089.
- Couturier E, Van Onderbergen A, Bosson D. (1991). Effect of fasting, self selected and isocaloric glucose and fat meals and intravenous feeding on plasma zink concentration. *Ann Clin Biochem*, 442-5.
- Crawford, I. (1983). Zink and The Hippocampus :Histology, Neuro-chemistry, Pharmacology and Putatife Functional Relevance. *In Neurobiology of The Trace Elements* (pp. 1963-211).
- Cuco, Roberta Pazinato, Thainara Bovo Massa, N. Postaue, L. Cardozo-Filho, and Camila da Silva. 2019. "Oil Extraction from Structured Bed of Pumpkin Seeds and Peel Using Compressed Propane as Solvent." *Journal of Supercritical Fluids* 152:104568.
- Dahro, dkk. (1994). Kadar Zink (seng) serta hubungannya dengan Vitamin A dan Ferritin pada ibu hamil, ibu melahirkan dan ibu menyusui. *Nutrition and Food Research*.

- Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA). 2019. "FoodData Central." *FoodData Central* (April):fdc.nal.usda.gov.
- Departemen Kesehatan R.I. Program Penanggulangan Anemia Gizi pada Wanita Usia Subur (WUS); (Safe Motherhood Project: A Partnership and Family Approach). Direktorat Gizi Masyarakat. Jakarta: Direktorat Jenderal Bina Kesehatan Masyarakat Depkes, 2001."
- Devi, Manda, R. V Prasad, and Nukasani Sagarika. 2018. "A Review on Health Benefits and Nutritional Composition of Pumpkin Seeds." *International Journal of Chemical Studies* 6(3):1154-57.
- DiNicolantonio, James J., James H. O'Keefe, and William Wilson. 2018. "Subclinical Magnesium Deficiency: A Principal Driver of Cardiovascular Disease and a Public Health Crisis." *Open Heart* 5(1).
- Donaldson JT, St.Pierre JL, Minnich dan A. Barbeau. (1973). Determinan of Na, K, Mg, Cu, Zn and Mn in Rat Brain Regions. *J.Biochem*, 87-92.
- Dorantes-Jiménez, J., C. Flota-Bañuelos, B. Candelaria-Martínez, M. Ramírez-Mella, and M. Crosby-Galván. 2016. "CALABAZA CHIHUA (Cucurbita Argyrosperma Huber), ALTERNATIVA PARA ALIMENTACIÓN ANIMAL EN EL TRÓPICO." *Agroproductividad* 9:33-37.

- Dotto, Joachim M. and James S. Chacha. 2019. "The Potential of Pumpkin Seeds as a Functional Food Ingredient: A Review." *Scientific African* 10:e00575.
- El-Aziz, A. B. Abd. and H. Abd. El-kalek. 2011. "Nature and Science, 2011;9(3) [Http://Www.Sciencepub.Net/Nature](http://www.sciencepub.net/nature) Antimicrobial Proteins and Oil Seeds from Pumpkin (Cucurbita." *Atomic Energy* 9(3):105-19.
- El-Mosallami dkk. (2012). Antihypertensive and Cardioprotective Effect of Pumpkin Seeds Oil. *Journal of Medicinal Food*, 5(2), 180-9.
- FAO. 2019. *Production Share of Pumpkins, Squash and Gourds by Region*.
- Fatimah, Hadju dkk, Pola Konsumsi dan Kadar Hemoglobin Pada Ibu Hamil di Kabupaten Maros, Sulawesi Selatan. *Makara, Kesehatan*. 2011;Vol. 15(1): 31-36."
- Fedriyansyah, HM Nazir, Theodora, S Husin. (2010). Hubungan kadar seng dan vitamin A dengan kejadian ISPA dan Diare pada Anak. *Sari Pediatri*, 12(4), 241-246.
- Food, J. Med, A. Davis, and N. O. Connor. 2006. "Inhibition of Testosterone-Induced Hyperplasia of the Prostate of Sprague-Dawley.Pdf." 9(2):284-86.
- Fukai, U.M., 2006, Redox Signaling in Angiogenesis: Role of NADPH Oxidase, *Cardiovascular Research*, Vol. 71, pp. 226-235.)."
- Ganesty, S.,Djumarga, S. & Utari CR,S., (2012). Pengaruh Antihelmintik Ekstrak Biji Labu Kuning (Cucurbita

- Moschata) terhadap *Ascaris Suum* in Vitro. *Jurnal Biofarmasi* , Vol. 10 No. 1 ISSN:1693-2242.
- Gavarkar, dkk, (2016). Characterization and Formulation of Skin Cream From Seed Oil Extracted from Cucumis Melo. *Der Pharmacia Lettre*, 8(3); 90-93.
- George, Shemi and P. Nazni. 2012. "Antidepressive Activity of Processed Pumpkin (*Cucurbita Maxima*) Seeds on Rats." 1(2):225-31.
- Grober, U. (2009). *Mikronutrient*. Jakarta: EGC Publisher.
- Gröber, Uwe, Joachim Schmidt, and Klaus Kisters. 2015. "Magnesium in Prevention and Therapy." *Nutrients* 7(9):8199-8226.
- Grzybek, M., dkk, (2016). Evaluation of Anthelmintic Activity and Composition of Pumpkin (*Cucurbita Pepo* L) Seed Extracts - In Vitro. *International Journal of Molecular Sciences*, Vol. 17, 1456.
- Grzybek M, Kukula-Koch W, et al. (2016). Evaluation of Anthelmintic Activity and Composition of Pumpkin (*Cucurbita Pepo* L) Seeds Extracts-In Vitro and In Vivo Studies. *International Journal of Molecular Sciences*, 17 (9)
- Gupta, Mrinal, Vikram K. Mahajan, Karaninder S. Mehta, and Pushpinder S. Chauhan. 2014. "Zinc Therapy in Dermatology: A Review." *Dermatology Research and Practice* 2014.
- He, Ka, Kiang Liu, Martha L. Daviglius, Steven J. Morris, Catherine M. Loria, Linda Van Horn, David R.

- Jacobs, and Peter J. Savage. 2006. "Magnesium Intake and Incidence of Metabolic Syndrome among Young Adults." *Circulation* 113(13):1675– 82.
- Hinderaker SG, Olsen BE, Lie RT, dkk, Anemia in pregnancy in rural Tanzania: associations with micronutrients status and infections. *Eur. J. Clin. Nutr.* 2002; 56(3):192-199."
- Huang L, Tepasamordech S. (2013). The SLC30 Family of Zinc Transporters-a Review of Current Understanding of Their Biological and Pathophysiological Roles. *Mol. Aspects Med.* 34, 548-560.
- Indriasari I. dkk,. (2019). Relationship between serum zinc concentration with post-partum depression among woman in coastal area of Indonesia. *Pakistan Journal of Nutrition*, 18(8).
- Irenapshyk-Titko and Zayachikuska. 2014. Antiinflammatory Effect of Cucurbita Maxima Sweet Seed Extract of Foregut Inuced Injury, role of Oxidative Stress. *The FASEB Journal*.
- Iwo, Insana, dan Dass. (2014). Development of Immunonutrient from Pumpkin(Cucurbita Moschata Duchense Ex lamk) See. *Procedia Chemistry*, 13, 105-111.
- Jafari, Maryam, Sayed Amir Hossein Goli, and Mehdi Rahimmalek. 2012. "The Chemical Composition of the Seeds of Iranian Pumpkin Cultivars and Physicochemical Characteristics of the Oil Extract." *European Journal of Lipid Science and Technology* 114(2):161–67.

- Jang, M. H., X. L. Piao, J. M. Kim, S. W. Kwon, and J. H. Park. 2008a. "Inhibition of Cholinesterase and Amyloid- β ; Aggregation by Resveratrol Oligomers from *Vitis Amurensis*." *Phytotherapy Research* 22(4):544-549.
- Jang, M. H., X. L. Piao, J. M. Kim, S. W. Kwon, and J. H. Park. 2008b. "Supplementation with Pumpkin Seed Oil Improves Plasma Lipid Profile and Cardiovascular Outcomes of Female Non-Ovariectomized and Ovariectomized Sprague-Dawley Rats." *Phytotherapy Research* 22(4):544-549.
- Jayaprakasam B, Seeram NP, Nair MG. (2003). Anticancer and Antiinflammatory Activities of Cucurbitacins from *Cucurbita andreana*. *Cancer Letters*, 189 (1), p. 11-16.
- Julianty P. (2010). Factors Contribute to Hypertension in Rural Areas (Data Analysis of Basic Health Research, 2007). *Gizi Indon*, 59-66.
- K Dhiman, A Gupta, D.K Sharma, N.S. Gill, A. Goya. 2012. "A Review on the Medicinally Important Plants of the Family Cucurbitaceae."
- K. Groen, and R. P. Mensink. 2019. "Plant-Based Sterols and Stanols in Health & Disease: 'Consequences of Human Development in a Plant-Based Environment?'" *Progress in Lipid Research* 74 (February): 87-102.
- Kashmiry, Alaa, Rothwelle Tate, Giuliana Rotondo, Jillian Davidson, and Dino Rotondo. 2018. "The Prostaglandin EP4 Receptor Is a Master Regulator

of the Expression of PGE2 Receptors Following Inflammatory Activation in Human Monocytic Cells." *Biochimica et Biophysica Acta - Molecular and Cell Biology of Lipids* 1863(10):1297-1304.

Keller, Grider and Coffield. (2001). Age-Dependent Influence of Dietary Zinc Restriction on Short-Term Memory in Male Rats. *Physiology and Behavior*, 339-348

Khalaf, Eman M. and Manish N. Raizada. 2016. "Taxonomic and Functional Diversity of Cultured Seed Associated Microbes of the Cucurbit Family." *BMC Microbiology* 16(1):1-16.

Kim, MY, 2012. "Comparison of the Chemical Compositions and Nutritive Values of Various Pumpkin (Cucurbitaceae) Species and Parts." *Nutrition Research and Practice* 6(1):21-27.

King JC, Cousin RJ. (2006). Zinc. In S. M. Shils ME, *Modern Nutrition in Health and Disease* (pp. 271-85). Baltimore: Lippincott Williams and Wilkins.

Kostov, Krasimir. 2019. "Effects of Magnesium Deficiency on Mechanisms of Insulin Resistance in Type 2 Diabetes: Focusing on the Processes of Insulin Secretion and Signaling." *International Journal of Molecular Sciences* 20(6).

Krezel A, Hao Q, Maret W. (2007). The Zinc/Thiolate Redox Biochemistry of Metallothionein and The Control of Zinc Ion Fluctuation in Cell Signalling. *Arc Biochem.Biophys* 463, 188-200.

- Kurniati, Y. (2018). Peran zink dan faktor psikososial terhadap kejadian postpartum blues. Makassar: Tesis PPS Universitas Hasanuddin.
- Kushawaha, Devesh Kumar, Manjulika Yadav, Sanjukta Chatterji, Amrita Kumari Srivastava, and Geeta Watal. 2017. "Evidence Based Study of Antidiabetic
- Kushawaha DK, Yadav M, Chatterji S, *et al.* (2017). Journal of Traditional and Complementary Medicine. 7(4). p 466-470
- LaChance, Laura R. and Drew Ramsey. 2018. "Antidepressant Foods: An Evidence- Based Nutrient Profiling System for Depression." *World Journal of Psychiatry* 8(3):97-104.
- Li, Lin and Po Sing Leung. 2014. "Use of Herbal Medicines and Natural Products: An Alternative Approach to Overcoming the Apoptotic Resistance of Pancreatic Cancer." *International Journal of Biochemistry and Cell Biology* 53:224-36.
- Lichten LA and Cousin RJ. (2009). Mammalian Zinc Transporters: Nutritional and Physiologic Regulation. *Annu. Rev. Nutr* 29, 153-176.
- Linda J Harvey, Jack R Dainty, Wendy J Hollands, dkk, Effect of high-dose iron supplements on fractional zinc absorption and status in pregnant women. *American Journal of Clinical Nutrition*, 2007 Vol. 85, No. 1, 131-136."
- Linder, M. (1991). Seng: *Nutritional Biochemistry and Metabolism and Clinical Application*. USA: Elsevier.

- Lintuuran, Amir, Kusumawardhani. (2015). Hubungan antara kadar seng dalam serum dengan fungsi eksekutif pada anak dengan gangguan pemusatan perhatian dan hiperaktivitas . *Sari Pediatri*, 7(4).
- Litbangkes. (2007). *Laporan Riset Kesehatan Dasar Tahun 2007*. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI.
- Litbangkes. (2013). *Riset Kesehatan Dasar*. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI.
- Litbangkes. (2018). *Hasil Utama Riskesdas 2018*. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI.
- Maiya. (2017). Effect of supplementation with pumpkin seed oil versus pumpkin seed on blood pressure and menopausal symptoms in non-hypertensive postmenopausal women. Texas: *Dissertation of Texas Woman University*.
- Manuaba, I.G.B, manuaba I.A.C, and manuaba, I.B.G.F, 2007 pengantar kuliah obstetri, EGC, Jakarta."
- Marbun, Novarianti, Panal Sitorus, and Siti Morin Sinaga. 2018. "Antidiabetic Effects of Pumpkin (*Cucurbita Moschata* Durh) Flesh and Seeds Extracts in Streptozotocin Induced Mice." *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research* 11(2):91-93.
- Maret. (2001). Zink Biochemistry, Physiology and Homeostasis : Recent Insights and Current Trends. *Biometals*, 187-90.
- Masters BA, Quaife CJ, Erickson JC, et. al. (1994). Metallothionein III is Expressed in Neurons that Sequester Zink in Synaptic Vehicles. *J.Neurosci*, 5844-5857.

- Maya Triharjiati, Dra. Hj. Siti Sulandjari, M.Si. (e-Journal Vol. 4 No. 1 Tahun 2015. Pg 66-73)
- Meru, Geoffrey, Yuqing Fu, Dayana Leyva, Paul Sarnoski, and Yavuz Yagiz. 2018. "Phenotypic Relationships among Oil, Protein, Fatty Acid Composition and Seed Size Traits in Cucurbita Pepo." *Scientia Horticulturae* 233:47-53.
- MN Syah, Thaha AR, Citrakesumasari. (2012). Status zat gizi makro (besi, asam folat dan seng) dan kerusakan DNA pada anemia ibu hamil di Kecamatan Bontonompo dan Bontonompo Selatan Kabupaten Gowa. *Tesis PPS Unhas*.
- Mohammed dkk. (2013). Effect of Pmpkin Extrac Regimen on Testicular Structure and Serum Biochemical Parameters in Cyclophosphamide-treated adult. *KAUMS Journal*, 17 (5), 438-446.
- Morakul, Boontida, Veerawat Teeranachaideekul, and Varaporn Buraphacheep Junyaprasert. 2019. "Niosomal Delivery of Pumpkin Seed Oil: Development, Characterisation, and Physical Stability." *Journal of Microencapsulation* 36(2):120- 29.
- Moutesaw Domenico dkk. (2018). Chemical and Nutritional Characterization of seeds oil from Cucurbita Maxima (Var. Barretina) Pumpkin. *Foods*, 7 (3), 30.
- Mythili dan Kavitha. (2017). Overview an Cucurbita Maxima Seeds. *Journal of Dental and Medical Sciences*, 16 (3), 29-33.

- NA, D. (2004). Pengaruh pemberian zink pada ibu hamil kurang energi kronik terhadap berat lahir dan status gizi bayi di Kabupaten Takalar. *Disertasi PPS Universitas Hasanuddin*.
- Nakić, Sandra Nederal, Desanka Rade, Dubravka Škevin, Dubravka Štrucelj, Željko Mokrovčak, and Martina Bartolić. 2006. "Chemical Characteristics of Oils from Naked and Husk Seeds of Cucurbita Pepo L." *European Journal of Lipid Science and Technology* 108(11):936–43.
- National Institute Of Health, Office of Dietary Supplements. 2016. *Pumpkin Seed Nutrition*.
- National Institutes of Health NIH. 2018. "Magnesium – Health Professional Fact Sheet." *Fact Sheet for Health Professionals* 1–9.
- National Institutes of Health. 2017. "Workshop on the Essentiality of and Recommended Dietary Intakes for Omega-6 and Omega-3 Fatty Acids." *Journal of the American College of Nutrition* 18(5):487–89.
- Ningrum. Pemberian Tablet Fe Pada Ibu Hamil Untuk Mencegah Anemia. 2009."
- Nishimura, Mie, Tatsuya Ohkawara, Hiroji Sato, Hiroshi Takeda, and Jun Nishihira. 2014. "Pumpkin Seed Oil Extracted From Cucurbita Maxima Improves Urinary Disorder in Human Overactive Bladder." *Journal of Traditional and Complementary Medicine* 4(1):72–74.

- Ojofeitimi EO, Ogunjuyigbe PO, Sanusi, dkk, Poor Dietary Intake of Energy and Retinol among Pregnant Women: Implications for Pregnancy Outcome in Southwest Nigeria. *Pak. J. Nutr.* 2008; 7(3):480-484."
- Oktiva dan Adriani. (2017). Perbedaan Kadar Zink Rambut pada anak stunting dan non stunting usia 12-24 bulan di Kelurahan Tambuk Wedi Kanjoran, Surabaya. *Amerta Nutrition*, 133-142.
- Paoletti P, Vergnano AM, Barbour B, Casado M. (2009). Zink at Glutamatergic Synapses. *Neuroscience* 158, 126-136.
- Patel, S. (2014, Juni). Pumpkin (Cucurbita sp.) Seeds As Nutraceutic: a Review on Status Quo and Scopes. *Mediterranea Journal Of Nutrition And Metabolism*.
- Patel, S., 2014. Pumpkin (Cucurbita sp.) Seeds As Nutraceutic: a Review on Status Quo and Scopes. *Mediterranea Journal Of Nutrition And Metabolism*. hal. 1-2.
- Patrick R, Steffen, Timothy B. dkk,. (2006). Acculturation to Western Society As A Risk Factor for High Blood Pressure : A Meta-Analytic. *Review Psychosomatic Medicine*, 68, 386-397.
- Pepo L.) Seeds: Evaluation of Its Functional Properties on Wound Healing in Rats." *Lipids in Health and Disease* 15(1):1-12.
- Petrilli, Matthew A, Thorsten M. Kranz, Karine Kleinhaus, Peter Joe, Mara Getz, Porsha Johnson, Moses V. Chao, and Dolores Malaspina. 2017. "The

- Emerging Role for Zinc in Depression and Psychosis." *Frontiers in Pharmacology* 8(JUN):1-12.
- Plat, J., S. Baumgartner, T. Vanmierlo, D. Lütjohann, K. L. Calkins, D. G. Burrin, G. Guthrie, C. Thijs, A. A. Te Velde, Vreugdenhil ACE, R. Sverdlov, J. Garssen, K. Wouters, E. A. Trautwein, T. G. Wolfs, C. van Gorp, M. T. Mulder, N. P. Riksen, A.
- Plum LM, Rink L, Haase H. (2010). The Essential Toxin: Impact of Zink on Humal Health. *Int.J. Environ Res. Public Health*, 1342-1365.
- Prasad dkk. (2008). Duration and Severity of Symptoms and Levels of Plasma Interleukin, receptor antagonist, soluble tumor necrosis factor receptor and adhesion molecules in patient with common cold treated with zinc acetate. *Journal of Infection Disease*, 795-802.
- Puspita, N. (2012). Pengaruh Ekstrak Etanol Biji Labu Kuning (*Curcubita moschata*) Terhadap Kualitas Spermatozoa Mencit (*Mus musculus*) Setelah Pemberian 2-Metoksietanol. Universitas Airlangga, Fakultas Sains Dan Teknologi. Surabaya: *Skripsi*.
- Quaife CJ, Findley SD, Erickson JC, Froelick GJ, et al. (1994). Induction of a New Metallothionein Isoform (MT-IV) occurs during Differentiation of Stratified Squamous Epithelia. *Biochemistry*, 7250-7259.
- R. Nivedha, P. Tamilmani, K. Swapna, and Sasikumar Vadivukkarasi. 2018. "Anti Obese Potential of

Cucurbita Maxima Seeds Oil: Effect on Lipid Profile and Histoarchitecture in High Fat Diet Induced Obese Rats." *Natural Product Research* 32(24):2950–53.

- Rabrenović, Biljana B., Etelka B. Dimić, Miroslav M. Novaković, Vele V. Tešević, and Zorica N. Basić. 2014. "The Most Important Bioactive Components of Cold Pressed Oil from Different Pumpkin (*Cucurbita Pepo* L.) Seeds." *LWT - Food Science and Technology* 55(2):521–27.
- Rahmah, S. N. (2014). *Hubungan Pola Konsumsi pangan Sumber Zink Dengan Kadar Zink Anak Sekolah di SD Cambaya*. Retrieved from Repository Unhas: <http://repository.unhas.ac.id/handle/123456789/10583>
- Ramak, Parvin and Mohaddese Mahboubi. 2019. "The Beneficial Effects of Pumpkin (*Cucurbita Pepo* L.) Seed Oil for Health Condition of Men." *Food Reviews International* 35(2):166–76.
- Ranganathan and Selvasubramanian. (2012). Comparative Effect of *Cucurbita Maxima* Seeds With Immune modulators on Biochemical Parameters in Rabbits. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 2 (0), 191-193.
- Ranganathanm dkk. (2013). Estimation of Humoral Immunoresponse in Rabbits Fed With *Cucurbita Maxima* Seeds. *Vet World*, 6(7), 396-399.

- Rathinavelu, A., dkk, (2013). Cytotoxic Effect of Pumpkin (Cucurbita Pepo) Seed Extracts In Lncap Prostate Cancer Cells Is Mediated Through Apoptosis.
- Ravishankar, K., G. V. N. Kiranmayi, G. V. Appa Reddy, V. V. L. Sowjanya, V. Baba Sainadh, V. G. Lakshmi Durga, V. Siva Prasad, P. V Swaminaidu, and T. Prasad. 2012. "In-Vitro Antibacterial Activity of Cucurbita Maxima Seed Extract." *International Journal of Research in Pharmacy and Chemistry* 2(1):86-91.
- Rezig, Leila, Farhat Chibani, Moncef Chouaibi, Michèle Dalgalarondo, Kamel Hessini, Jacques Guéguen, and Salem Hamdi. 2013. "Pumpkin (Cucurbita Maxima) Seed Proteins: Sequential Extraction Processing and Fraction Characterization." *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 61(32):7715-21.
- Ribeiro, Sofia Miranda de Figueiredo, Camila Bitu Moreno Braga, Fernanda Maris Peria, Edson Zangiacomi Martinez, José Joaquim Ribeiro da Rocha, and Selma Freire Carvalho Cunha. 2017. "Effects of Zinc Supplementation on Fatigue and Quality of Life in Patients with Colorectal Cancer." *Einstein (Sao Paulo, Brazil)* 15(1):24-28.
- Ríos, J. L., I. Andújar, J. M. Escandell, R. M. Giner, and M. C. Recio. 2012. "Cucurbitacins as Inducers of Cell Death and a Rich Source of Potential Anticancer Compounds." *Current Pharmaceutical Design* 18(12):1663-76.

- Riyadi, H. (1992). *Hubungan Seng Serum dengan Hambatan Pertumbuhan pada Anak Sekolah Dasar*. Bogor: Program Pasca Sarjana IPB.
- Rohani Panjaitan, Shibghatun Ni'mah, Romdhonah, Lily Annisa. Jurusan Farmasi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Indonesia. *Jurnal Khazanah*, Vol. 7 No. 2 2015.
- Rondanelli, Mariangela, Alessandra Miccono, Silvia Lamburghini, Ilaria Avanzato, Antonella Riva, Pietro Allegrini, Milena Anna Faliva, Gabriella Peroni, Mara Nichetti, and Simone Perna. 2018. "Self-Care for Common Colds: The Pivotal Role of Vitamin D, Vitamin C, Zinc, and Echinacea in Three Main Immune Interactive Clusters (Physical Barriers, Innate and Adaptive Immunity) Involved during an Episode of Common Colds - Practical Advice on Dosages." *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine* 2018.
- Rosique-Esteban, Nuria, Marta Guasch-Ferré, Pablo Hernández-Alonso, and Jordi Salas-Salvadó. 2018. "Dietary Magnesium and Cardiovascular Disease: A Review with Emphasis in Epidemiological Studies." *Nutrients* 10(2):1-21.
- Samir Samman, Sheila Skeaff, Christine Thomson, Sterward Truswell. (2012). Unsur Renik. In J. Mann, *Ilmu Gizi ed 4* (p. 161). Jakarta: EGC.
- Schreinemachers, Pepijn, Emmy B. Simmons, and Marco C. S. Wopereis. 2018. "Tapping the Economic and

Nutritional Power of Vegetables." *Global Food Security* 16(June 2017):36-45.

Sener dkk. (2007). Antimicrobial and Antiviral Activities of Two Seed Oil Sample of Cucurbita Pepo L and Their Fatty Acid Analysis. *Natural Product Communication*, 395-398.

Setijowati. (2005). Hubungan Kadar Seng serum dengan tinggi badan anak Sekolah Dasar Penderita GAKY. *Jurnal Kedokteran Brawijaya*, XXI (1).

Shokrzadeh, M., M. Azadbakht, N. Ahangar, A. Hashemi, and S. S. Saeedi Saravi. 2010. "Cytotoxicity of Hydro-Alcoholic Extracts of Cucurbita Pepo and Solanum Nigrum on HepG2 and CT26 Cancer Cell Lines." *Pharmacognosy Magazine* 6(23):176-79.

Simatupang, C.V, 2019. Gambaran Keadaan Taenia Solium pada Masyarakat Pardomuan Nauli Desa Selayang Kecamatan Selesai Kabupaten Langkat. *Karya Tulis Ilmiah*. Politeknik Kesehatan Kemenkes Meda.

Siswarini, AD.,Kusnoto., Bijanti, R. Uji Efektivitas Daya Antihelminik Infusa Biji Labu Kuning (Cucurbita Moschata Durch) terhadap Cacing Fasciolagagintica In Vitro. *Jurnal of Parasite Science*, Vol. 1 No. 1.

Smart TG, Hosie AM, Miller PS. (2004). Zn²⁺ ions : Modulators of Excitatory and Inhibitory Synaptic Activity . *Neuroscientist* 10, 432-442.

- Soegiharto, Boediman, Munasir. (2008). Kadar seng plasma pasien tuberkolosis anak: studi pendahuluan. *Sari Pediatri*, 10(4), 236-241.
- Soiza, Roy L., Alison I. C. Donaldson, and Phyo Kyaw Myint. 2018. "Vaccine against Arteriosclerosis: An Update." *Therapeutic Advances in Vaccines* 9(6):259-61.
- Sukrat B. and Sirichotiyakul S. The prevalence and causes of anemia during pregnancy in MaharajNakorn Chiang Mai Hospital. *J. Med. Assoc. Thai* 2006; 89(Suppl 4):S142-146."
- Sulastri D, Hidayanti, H, Indriasari R, Citrakesumasari, Jafar N. (2019). Gambaran kejadian infeksi kecacingan, kadar seng dan kadar hemoglobin pada anak usia sekolah dasar di Kota Makassar. *JGMI : The Journal of Indonesia Community Nutrition*, 9(1).
- Suresh, Sandhya and S. S. Sisodia. 2018. "Phytochemical and Pharmacological Aspects of Cucurbita Moschata and Moringa Oleifera." *UK Journal of Pharmaceutical Biosciences* 6(6):45.
- Suryaningtias, Ratih dan Panunggal. (2016). Hubungan Asupan Fitat Dengan Status Seng Serum pada Anak Sekolah Dasar. *Skripsi Universitas Diponegoro*.
- Susilowati Herman, dkk. (2009). *Studi Masalah Gizi Mikro di Indonesia : Perhatian Khusus pada KVA, Anemia dan seng*. Jakarta: Badan Litbang Kesehatan.
- Syam A, Kurniati Y, Zaenal, Puspitasari, Khaerani. (2019). Nutrient Content of Pumpkin Seeds (Cucurbita

- Moschata Durch) in Makassar. *International Conference of Nutrition and Public Health*. Makassar: Prodi Gizi Unhas.
- Tánska, Malgorzata, Dorota Ogradowska, Grzegorz Bartoszewski, Aleksandra Korzeniewska, and Iwona Konopka. 2019. "Seed Lipid Composition of New Hybrids of Styrian Oil Pumpkin Grown in Poland." *Agronomy* 10(8).
- te Velthis AJ, et al. (2010). Zn (2+) Inhibits Coronavirus and Arteri Virus RNA Polymerase Activity invitro and zinc ionophores bloc the replication of the virus in cell culture. *Plos Pathog*.
- Teugwa, Clautilde Mofor, Thaddée Boudjeko, Bruno Tugnoua Tchinda, Pascaline Chouadeu Mejiato, and Denis Zofou. 2013. "Anti-Hyperglycaemic Globulins from Selected Cucurbitaceae Seeds Used as Antidiabetic Medicinal Plants in Africa." *BMC Complementary and Alternative Medicine* 13.
- Valdez-Arjona, Laura Patricia and Mónica Ramírez-Mella. 2019. "Pumpkin Waste as Livestock Feed: Impact on Nutrition and Animal Health and on Quality of Meat, Milk, and Egg." *Animals* 9(10).
- Verma H. (2015). Comment on Effect of Pumpkin Seed Oil on Hair Growth in Men. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. p1-2
- Veronezi, Carolina Médiçi and Neuza Jorge. 2015. "Chemical Characterization of the Lipid Fractions of Pumpkin Seeds." *Nutrition and Food Science* 45(1):164-73.

- Wahyuni, Benni Soegianto, Luki Mundiastuti. (2005). *Validitas Tes Kecap Smith dalam Penentuan Status Seng Kualitatif pada Anak SD di SD An Najiyah Kec Wonolulu dan MI At Tauhid Kecamatan Wonolulu Kota Surabaya*. Surabaya: Risbinkes Akademi Gizi Surabaya.
- Wang HX, Ng TB (2003) Isolation of Cucurmoshin, A Nove; Antifungal Peptide Abudant in Arginine, Glutamate and Glycine Residues From Black Pumpkin. *Peptides*. 24(7). p 969-972
- WHO. 2007. "Protein and Amino Acid Requirements In Human Nutrition." *Nutrition Abstracts and Reviews* 35:1-13.
- Wijaksono, Rasyid, Mariko. (2019). Hubungan kadar zink dan kenaikan berat badan ibu hamil dengan berat badan lahir di RSUD Curup Kabupaten Rejang Lebong Provinsi Bengkulu. *Majalah Kedokteran Andalas*, 42(2), 56-61.
- Winkjosastro Hanifa. *Ilmu Kebidanan*. Penerbit PT. EGC. 2002. Jakarta.
- with Androgenetic Alopecia: A Randomized, Double-Blind, Placebo-Controlled Trial.'" *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine* 2015(4):2-4.
- Wong dkk. (2019). The Effects of Pumpkin Seed Oil Supplementation on Arterial Hemodynamics Stiffness and Cardiac Autonomic Function in Postmenopausal Woman. *Complementary Therapies in Clinical Practice*, 23-26.

- Zhang, Yongjun Yu, Ping Chen, Yongjun Yu Zhang, Hui Jin, Liyun Zhu, Jia Li, and Huiyuan Yao. 2013. "Effects of Polysaccharide from Pumpkin on Biochemical Indicator and Pancreatic Tissue of the Diabetic Rabbits." *International Journal of Biological Macromolecules* 62:574-81.
- Zhao, Xiu Ju, Yu Lian Chen, Bing Fu, Wen Zhang, Zhiguo Liu, and Hexian Zhuo. 2017. "Intervention of Pumpkin Seed Oil on Metabolic Disease Revealed by Metabonomics and Transcript Profile." *Journal of the Science of Food and Agriculture* 97(4):1158-63.
- Zuhair, *et. al.* (2000). Pumpkin Seed Oil Modulates the Effect of Felodipine and Catropil in Spontaneously Hypertensive Rats. *Pharmacol Res*, 41, 555-563

TENTANG PENULIS

Aminuddin Syam lahir di Wajo, tanggal 17 Juni tahun 1967. Menyelesaikan pendidikan sarjana pada Jurusan KL/KK prodi Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin di tahun 1994. Melanjutkan pendidikan master pada prodi Gizi Kesmas



Universitas Indonesia tahun 2001 dan master pada bidang ilmu kedokteran pada Universitas Gadjah Mada tahun 2014. Menyelesaikan program doktor pada Bidang Ilmu Kedokteran Universitas Hasanuddin pada tahun 2017. Bekerja sebagai dosen di Jurusan Gizi FKM Universitas Hasanuddin. Pernah menjabat sebagai sekretaris dan ketua jurusan Gizi Kesmas FKM Universitas Hasanuddin. Kini, mendapat amanah untuk menjabat sebagai dekan FKM Universitas Hasanuddin. Telah lama berkecimpung di dunia penelitian dan pengabdian masyarakat. Telah menerbitkan banyak artikel pada jurnal nasional terakreditasi maupun jurnal internasional terindeks. Buku ini merupakan ekstraksi dari penelitian multiyear yang memenangkan hibah dari Kemenristedikti Republik Indonesia. Aminuddin Syam tinggal bersama istri dan kedua putrinya di Perumahan Dosen Unhas Tamalanrea blok AC lama No 20. Dapat dihubungi melalui email amin.gzuh@gmail.com.



Zainal lahir di Parepare, tanggal 9 April tahun 1972. Menyelesaikan pendidikan sarjana pada Jurusan Teknologi Pertanian Universitas Hasanuddin di tahun 1997. Melanjutkan pendidikan master pada prodi Food Science and Technology, Univ. Of Newcastle, Australia tahun 2003. Menyelesaikan program doktor pada Bidang Ilmu Food Science and Biotechnology, University of Hohenheim, Jerman, pada tahun 2010. Bekerja sebagai dosen di Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin. Kini, mendapat amanah untuk menjabat sebagai wakil dekan II Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin. Telah lama berkecimpung di dunia penelitian dan pengabdian masyarakat. Telah menerbitkan banyak artikel pada jurnal nasional terakreditasi maupun jurnal internasional terindeks. Buku ini merupakan ekstraksi dari penelitian multiyear yang memenangkan hibah dari Kemenristedikti Republik Indonesia. Zainal tinggal bersama keluarganya di Perumahan Dosen Unhas Tamalanrea. Dapat dihubungi melalui email zainal_burhan@yahoo.com.

Yessy Kurniati lahir di Bima, tanggal 27 Februari tahun 1985. Menyelesaikan pendidikan sarjana pada Jurusan Gizi Masyarakat, FKM Universitas Hasanuddin di tahun 2006. Melanjutkan pendidikan master pada FKM konsentrasi gizi Kesmas, Universitas Hasanuddin tahun 2013 serta master

pada Bidang Ilmu Fisiologi, Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin, pada tahun 2017. Bekerja sebagai dosen pada prodi Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Islam Negeri Alauddin. Telah lama berkecimpung di dunia penelitian dan pengabdian masyarakat. Telah menerbitkan banyak



artikel pada jurnal nasional terakreditasi maupun jurnal internasional terindeks. Buku ini merupakan ekstraksi dari penelitian multiyear yang memenangkan hibah dari Kemenristedikti Republik Indonesia. Yessy Kurniati tinggal bersama keluarganya di Perumahan Dosen Unhas Tamalanrea Blok EC No 15. Dapat dihubungi melalui email yessy.kurniati@uin-alauddin.ac.id