

**PENGARUH PRAPERLAKUAN BAHAN
TERHADAP KANDUNGAN KIMIA MINUMAN
FUNGSIONAL BERBASIS BIJI LABU KUNING
(*Cucurbita moschata* Durch)**

**THE EFFECT OF MATERIALS PRETREATMENT ON
CHEMICAL CONTENT OF FUNCTIONAL
BEVERAGES BASED ON PUMPKIN SEED
(*Cucurbita moschata* Durch)**

AKBAR SUHAJI

G032191006



PROGRAM PASCASARJANA

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2022

**PENGARUH PRAPERLAKUAN BAHAN TERHADAP
KANDUNGAN KIMIA MINUMAN FUNGSIONAL BERBASIS BIJI
LABU KUNING (*Cucurbita moschata* Durch)**

Tesis

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar Magister

Program Studi

Ilmu dan Teknologi Pangan

Disusun dan Diajukan Oleh

AKBAR SUHAJI

Kepada

PROGRAM PASCASARJANA

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2022

LEMBAR PENGESAHAN TESIS

iii
PENGARUH PRAPERLAKUAN BAHAN TERHADAP KANDUNGAN KIMIA
MINUMAN FUNGSIONAL BERBASIS BIJI LABU KUNING (*Cucurbita*
***moschata* Durch)**

Disusun dan diajukan oleh

AKBAR SUHAJI

Nomor Pokok G032191006

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Tesis

Pada tanggal 09 Februari 2022

dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Menyetujui
Komisi Penasihat

Ketua



Prof. Dr. Ir Meta Mahendradatta
NIP. 19660917 199112 2 001

Anggota



Dr. rer. nat. Zainal, STP., M. Food. Tech
NIP. 19720409 199903 1 001

Ketua Program Studi
Ilmu dan Teknologi Pangan



Dr. Adiansyah Syarifuddin, S.TP., M.Si
NIP. 19770527 200312 1 001

Dekan Fakultas Pertanian
Universitas Hasanuddin



Prof. Dr. Sc. Agr. Ir. Baharuddin
NIP. 19601224 198601 1 001

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Akbar Suhaji
NIM : G032191006
Prog Studi : Ilmu dan Teknologi Pangan

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa tesis yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan tulisan atau pemikiran orang lain. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan tesis ini hasil karya orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, Februari 2022

Yang menyatakan

Akbar Suhaji

PRAKATA

Puji dan Syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Kuasa, oleh karena anugerah-Nya yang melimpah, kemurahan dan kasih setia yang besar akhirnya penulis dapat menyelesaikan tesis ini. Tesis ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister pada program studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin Makassar.

Penulis menghaturkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Prof. Dr. Ir. Meta Mahendradatta dan Dr. rer.nat. Zainal, STP., M.Food.tech selaku pembimbing yang telah banyak memberikan bimbingan, kritikan, saran dan motivasi kepada penulis dalam penyusunan tesis ini. Terima kasih kepada Prof.Dr.Ir. Amran Laga, M.S., Prof.Dr.Ir. Abu Bakar Tawali dan Dr. Ir. Rindam Latief, M.Si. selaku penguji yang telah meluangkan waktunya guna memberikan masukan dan petunjuk menuju kesempurnaan dalam penyusunan tesis ini.

Melalui kesempatan yang berharga ini penulis juga mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ayahanda Hasanuddin, Ibunda Marlia dan Nurjanna yang dengan penuh ketulusan dan kasih sayang selama ini telah membimbing penulis serta senantiasa memberikan dukungan, semangat dan doa yang tak ternilai harganya. Begitu pula pada saudara-saudara saya yang memberi dukungan dan bantuannya sehingga penulis bisa menyelesaikan penyusunan tesis ini.
2. Istri Nurul Hidayah tercinta yang senantiasa memberi dukungan moril, materil, doa dan dengan penuh kesabaran membantu penulis menyelesaikan tesis. Begitu pula putra saya Aezar Fatih

Raimbi Suhaji yang memberikan semangat dan hidup yang penuh warna bagi penulis.

3. Dr. Adiansyah Syarifuddin, S.TP., M.Si selaku ketua program studi Magister ilmu dan teknologi pangan yang selalu membantu dan memberikan arahan, serta Bapak dan Ibu dosen pengampu mata kuliah di program studi Magister ilmu dan teknologi pangan yang membagikan ilmu dan pengalaman yang bermanfaat untuk kekayaan wahana keilmuan penulis.
4. Rekan-rekan mahasiswa Pascasarjana Ilmu dan Teknologi Pangan kakanda Nadirah, Maria, Heppy dan Nisa serta adinda Irwan, Kurni, Dian, Resky, Afni, Hasra, Yusniar, Rafika, yang menjadi teman seperjuangan dalam proses belajar hingga memperoleh gelar Magister.
5. SMK-PP Negeri Banjarbaru yang telah memberikan tugas untuk melanjutkan studi Magister di Universitas Hasanuddin.
6. Badan Penyuluhan dan Pengembangan Sumber Daya Manusia Pertanian dan Pusat pendidikan Pertanian yang telah memberikan kesempatan dan dukungan dana melanjutkan studi Magister di Universitas Hasanuddin.
7. Serta seluruh pihak yang telah membantu yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu. Penulis menyadari bahwa tidak ada manusia yang sempurna, sama halnya dengan tesis ini masih memiliki banyak kekurangan dan jauh dari kesempurnaan.

Semoga laporan akhir ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca, khususnya penulis, Amin.

Makassar, Februari 2022

Akbar Suhaji

ABSTRAK

Akbar Suhaji. Pengaruh praperlakuan bahan terhadap kandungan kimia minuman fungsional berbasis biji labu kuning (*Cucurbita moschata* Durch)

Biji labu (*Cucurbita moschata* Durch) kaya akan nutrisi dan komponen yang meningkatkan kesehatan. Biji labu kuning juga memiliki senyawa anti nutrisi yang dapat mengurangi ketersediaan mineral dan protein. Sebagai antinutrisi, asam fitat memiliki efek negatif, karena dapat mengikat beberapa mineral penting, membuat mineral tersebut tidak dapat diakses. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perlakuan pendahuluan terhadap asam fitat dan komposisi proksimat biji labu kuning. Penelitian ini juga mengidentifikasi tingkat penerimaan panelis terhadap minuman fungsional yang diformulasikan dari biji labu kuning dan menganalisis kandungan kimia dari formulasi terbaik. Perlakuan awal biji labu kuning (*Cucurbita moschata* Durch) dilakukan dengan perendaman pada suhu 45°C, fermentasi dengan BAL (*L. plantarum*), dan perkecambahan. Analisis proksimat dan kandungan asam fitat dilakukan dan diidentifikasi perlakuan terbaik untuk masing-masing kandungan nutrisi. Kandungan karbohidrat tertinggi (13,88%) diperoleh dari perlakuan awal perendaman pada suhu 45°C. Kandungan lemak tertinggi (34,72%) dan abu tertinggi (3,11%) diperoleh dari perlakuan pendahuluan fermentasi, sedangkan kandungan protein tertinggi (39,85%) dan kadar air tertinggi (3,71%) diperoleh dari perlakuan pendahuluan perkecambahan. Kandungan serat tertinggi (8,04%) diperoleh dari biji labu tanpa perlakuan. Asam fitat terendah (0,062%) diperoleh dari perlakuan pendahuluan perkecambahan, sedangkan kandungan asam fitat yang diperoleh dari perlakuan pendahuluan fermentasi dan perendaman adalah 0,072% dan 0,065%. Biji labu kuning yang diolah dengan metode perkecambahan digunakan sebagai bahan dalam formulasi minuman fungsional. Hasil uji hedonik minuman yang mengandung 10% biji labu berkecambah memberikan nilai rata-rata keberterimaan tertinggi untuk warna, rasa, tekstur, dan aroma. Kandungan kimia formulasi ini adalah protein 0,0862% dan mineral Fe, Zn, Mg masing-masing 77,71 ppm, 3,82 ppm, dan 4,42 ppm. Kesimpulannya, perlakuan pendahuluan pada biji labu kuning pada penelitian ini menyebabkan degradasi kandungan asam fitat dan perubahan komposisi proksimatnya serta minuman biji labu kuning yang berkecambah masih dapat diterima oleh panelis dan mengandung zat gizi fungsional yang baik untuk kesehatan.

Kata kunci : Biji labu kuning, perlakuan bahan, minuman fungsional

ABSTRACT

Akbar Suhaji. The Effect of Materials Pretreatment on Chemical Content of Functional Beverages Based on Pumpkin Seed (*Cucurbita moschata* Durch)

Pumpkin seeds (*Cucurbita moschata* Durch) are high in nutrients and health-promoting components. Pumpkin seeds also have anti-nutritional compounds that can reduce the availability of minerals and proteins, namely phytic acid that inhibit their absorption. It may bind to several vital minerals, rendering them inaccessible. The aimed of this study was to find out the effect of pretreatment on phytic acid and the proximate composition of pumpkin seeds. This research also identified the level of panelists acceptance of functional drinks formulated from pumpkin seeds and analyzes the chemical content of the best formulation. Pretreatments of pumpkin seeds (*Cucurbita moschata* Durch) were done by soaking at 45°C, fermentation with LAB (*L. plantarum*), and germination. Proximate analysis and phytic acid content analysis were carried out and the best treatment was identified for each nutrient content. The highest carbohydrate content (13.88%) was obtained from the soaking pretreatment at 45°C. The highest fat (34.72%) and ash (3.11%) content were obtained from fermentation pretreatment. The highest protein content (39.85%) and the highest water content (3.71%) were resulted from the germination pretreatment. The highest fiber content (8.04%) was obtained from untreated pumpkin seeds. The lowest phytic acid (0.062%) was resulted from germination pretreatment, while phytic acid content obtained from fermentation and soaking pretreatments were 0.072% and 0.065% respectively. Pumpkin seed pretreated using germination method was used as an ingredient in functional drink formulation. The result of the hedonic test of the drink containing 10% of germinated pumpkin seed gave the highest score for color, taste, texture, and aroma. The chemical contents of this formulation were the protein 0.0862% and the mineral Fe, Zn, Mg were 77.71 ppm, 3.82 ppm, and 4.42 ppm respectively. In conclusion, pretreatments on pumpkin seeds in this study have decreased phytic acid content and changed their proximate composition. Moreover germinated pumpkin seeds beverage was still acceptable by panelists and contains functional nutrients that are good for health.

Keyword : Pumpkin seed, pretreatment, functional drink

DAFTAR ISI

<u>HALAMAN JUDUL</u>	<u>i</u>
<u>PERSETUJUAN UJIAN AKHIR</u>	<u>iii</u>
<u>PERNYATAAN KEASLIAN</u>	<u>iv</u>
<u>PRAKATA</u>	<u>v</u>
<u>ABSTRAK</u>	<u>viii</u>
<u>ABSTRACT</u>	<u>ix</u>
<u>DAFTAR ISI</u>	<u>x</u>
<u>DAFTAR TABEL</u>	<u>xiii</u>
<u>DAFTAR GAMBAR</u>	<u>xiv</u>
<u>DAFTAR LAMPIRAN</u>	<u>xvi</u>
<u>BAB I PENDAHULUAN</u>	<u>1</u>
A. <u>Latar Belakang</u>	<u>1</u>
B. <u>Rumusan Masalah</u>	<u>5</u>
C. <u>Tujuan dan Kegunaan Penelitian</u>	<u>5</u>
D. <u>Hipotesis</u>	<u>6</u>
E. <u>Kerangka Pikir</u>	<u>6</u>
<u>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</u>	<u>9</u>
A. <u>Biji labu kuning untuk pangan fungsional</u>	<u>9</u>
B. <u>Asam Fitat</u>	<u>13</u>
C. <u>Perendaman</u>	<u>17</u>
D. <u>Fermentasi</u>	<u>18</u>
E. <u>Perkecambahan</u>	<u>20</u>

F.	<u>Minuman Fungsional</u>	24
G.	<u>Imunonutrisi</u>	26
H.	<u>Uji Organoleptik</u>	28
BAB III METODE PENELITIAN		32
A.	<u>Waktu dan Tempat Penelitian</u>	32
B.	<u>Alat dan Bahan</u>	32
C.	<u>Prosedur Penelitian</u>	33
D.	<u>Paramater Pengamatan</u>	38
E.	<u>Desain dan Analisis Data</u>	47
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		49
A.	<u>Kadar karbohidrat</u>	49
B.	<u>Kadar protein</u>	50
C.	<u>Kadar lemak</u>	51
D.	<u>Kadar serat</u>	53
E.	<u>Kadar air</u>	55
F.	<u>Kadar abu</u>	56
G.	<u>Kadar asam fitat</u>	57
H.	<u>Uji Organoleptik</u>	59
I.	<u>Kadar protein produk</u>	67
J.	<u>Kadar zat besi produk</u>	68
K.	<u>Kadar seng produk</u>	70
L.	<u>Kadar magnesium produk</u>	70
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		72
A.	<u>KESIMPULAN</u>	72

B. <u>SARAN</u>	<u>72</u>
<u>DAFTAR PUSTAKA</u>	<u>73</u>
<u>LAMPIRAN</u>	<u>83</u>

DAFTAR TABEL

<u>Tabel 1 Tabel kandungan dan komposisi biji labu kuning/per 100 g.....</u>	<u>11</u>
<u>Tabel 2 Formulasi bahan pembuatan minuman kecambah biji labu.....</u>	<u>35</u>
<u>Tabel 3 Komposisi proksimat dan kadar asam fitat biji labu (%).....</u>	<u>59</u>
<u>Tabel 4 Rerata penilaian organoleptik warna minuman kecambah biji labu</u>	
<u>61</u>	
<u>Tabel 5 Rerata penilaian organoleptik aroma minuman kecambah biji labu</u>	
<u>62</u>	
<u>Tabel 6 Rerata penilaian organoleptik kekentalan minuman kecambah biji</u>	
<u>labu.....</u>	<u>64</u>
<u>Tabel 7 Rerata penilaian organoleptik rasa minuman kecambah biji labu</u>	<u>66</u>
<u>Tabel 8 Perbandingan kadar protein formulasi terbaik (10% kecambah biji</u>	
<u>labu) dengan AKG dan Peran mineral dalam imun tubuh.....</u>	<u>68</u>
<u>Tabel 9 Perbandingan komposisi mineral formulasi terbaik (10% kecambah</u>	
<u>biji labu) dengan AKG dan peran mineral dalam imun tubuh.....</u>	<u>69</u>

DAFTAR GAMBAR

<u>Gambar 1 Kerangka Pikir.....</u>	<u>8</u>
<u>Gambar 2 Labu kuning (<i>Cucurbita moschata</i> Durch).....</u>	<u>10</u>
<u>Gambar 3 Kemungkinan interaksi asam fitat dengan kation logam (mineral) dan residu protein.....</u>	<u>14</u>
<u>Gambar 4 Struktur asam fitat (IP6, IUPAC).....</u>	<u>14</u>
<u>Gambar 5 Jalur asam fitat pada tanaman.....</u>	<u>16</u>
<u>Gambar 6 Aktivitas enzim fitase memecah asam fitat menjadi inositol dan fosfat.....</u>	<u>17</u>
<u>Gambar 7 Jalur degradasi asam fitat berdasarkan jenis fitase.....</u>	<u>17</u>
<u>Gambar 8 Beberapa proses perlakuan untuk mengurangi asam fitat.....</u>	<u>19</u>
<u>Gambar 9 Proses perkecambahan biji.....</u>	<u>20</u>
<u>Gambar 10 Perkecambahan epigeal dan hipogeal.....</u>	<u>22</u>
<u>Gambar 11 Kategori minuman fungsional.....</u>	<u>26</u>
<u>Gambar 12 Faktor yang mempengaruhi respon imun.....</u>	<u>27</u>
<u>Gambar 13 Diagram alir pemberian perlakuan terhadap biji labu.....</u>	<u>36</u>
<u>Gambar 14 Diagram alir pembuatan minuman fungsional.....</u>	<u>37</u>
<u>Gambar 15 Kadar karbohidrat biji labu tiap perlakuan.....</u>	<u>49</u>
<u>Gambar 16 Kadar protein biji labu tiap perlakuan.....</u>	<u>50</u>
<u>Gambar 17 Kadar lemak biji labu tiap perlakuan.....</u>	<u>52</u>
<u>Gambar 18 Kadar serat biji labu tiap perlakuan.....</u>	<u>54</u>
<u>Gambar 19 Kadar air biji labu tiap perlakuan.....</u>	<u>55</u>
<u>Gambar 20 Kadar abu biji labu tiap perlakuan.....</u>	<u>56</u>
<u>Gambar 21 Kadar asam fitat biji labu tiap perlakuan.....</u>	<u>57</u>

<u>Gambar 22 Pengaruh konsentasi kecambah biji labu terhadap Uji</u>	
<u>Organoleptik minuman minuman kecambah biji labu.....</u>	<u>60</u>
<u>Gambar 23 kenampakan warna minuman sari biji labu.....</u>	<u>61</u>
<u>Gambar 24 Diagram skematik target aksi kation natrium dalam transduksi</u>	
<u>rasa pahit.....</u>	<u>65</u>
<u>Gambar 25 Hasil rekapitulasi uji hedonik tiap formulasi.....</u>	<u>66</u>

DAFTAR LAMPIRAN

<u>Lampiran 1 Hasil analisa kadar karbohidrat biji labu kuning tiap perlakuan</u>	
<u>83</u>	
<u>Lampiran 2 Hasil analisa kadar protein biji labu kuning tiap perlakuan.....</u>	<u>84</u>
<u>Lampiran 3 Hasil analisa kadar lemak biji labu kuning tiap perlakuan.....</u>	<u>86</u>
<u>Lampiran 4 Hasil analisa kadar serat biji labu kuning tiap perlakuan.....</u>	<u>87</u>
<u>Lampiran 5 Hasil analisa kadar air biji labu kuning tiap perlakuan.....</u>	<u>88</u>
<u>Lampiran 6 Hasil analisa kadar abu biji labu kuning tiap perlakuan.....</u>	<u>90</u>
<u>Lampiran 7 Hasil analisa kadar asam fitat biji labu kuning tiap perlakuan</u>	<u>91</u>
<u>Lampiran 8 Hasil Uji Organoleptik dari pembuatan minuman fungsional</u>	
<u>minuman kecambah biji labu.....</u>	<u>93</u>
<u>Lampiran 9 Hasil analisis protein dan mineral minuman fungsional</u>	
<u>minuman kecambah biji labu (Formulasi 4).....</u>	<u>94</u>
<u>Lampiran 10 Dokumentasi.....</u>	<u>95</u>

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Akibat wabah COVID-19, perilaku konsumen Indonesia berubah drastis. Beberapa kebiasaan sehat telah berubah akibat anjuran Kementerian Kesehatan RI dan WHO, antara lain sering cuci tangan pakai sabun, makan makanan sehat, menggunakan *hand sanitizer*, berjemur pagi, minum vitamin/suplemen, rutin berolahraga, menggunakan disinfektan, dan memakai masker (Nielsen, 2020).

Hasil survei (Neurosensus, 2021) menunjukkan masyarakat Indonesia lebih banyak mengonsumsi suplemen saat pandemi virus corona Covid-19. Responden menyatakan mengonsumsi vitamin C, multivitamin, vitamin D dan B-12, kalsium, zink, probiotik, minyak ikan, magnesium dan zat besi. Berdasarkan hasil survey tersebut, masyarakat semakin sadar akan pentingnya makan makanan yang sehat dan bergizi, yang dalam hal ini berupaya untuk meningkatkan daya tahan tubuh atau sistem imun.

Sistem kekebalan melindungi tubuh terhadap pembawa infeksi dari lingkungan (bakteri, virus, jamur, dan parasit) serta serangan merusak lainnya. Sistem kekebalan setiap individu fungsi yang berbeda, karena pengaruh genetik, jenis kelamin, usia, hormon, kerentanan terhadap infeksi patogen, riwayat vaksinasi, stres (lingkungan, fisik, dan psikologis), olahraga, kebiasaan tidak sehat (merokok, konsumsi alkohol), obesitas, dan asupan nutrisi (Calder & Kew, 2002). Vitamin (A, B₆, B₁₂, C, D, E), mineral (seng, tembaga, besi, selenium), dan banyak senyawa fenolik

dengan kualitas antioksidan, menurut penelitian para ahli, dapat memperkuat dan mendukung fungsi sistem kekebalan tubuh. Ini memiliki sifat anti-oksidan dan anti-inflamasi. Sistem imun juga dipengaruhi oleh jumlah probiotik dan omega-3 dalam makanan (Alkhatib, 2020).

Pangan sehat telah dikenal sejak lama oleh masyarakat, di mana pangan dengan manfaat kesehatan telah banyak dikembangkan di Indonesia. Istilah pangan sehat berkaitan erat dengan pangan fungsional, yaitu bahan makanan yang dapat dicerna baik oleh tubuh dan secara sensori dapat diterima oleh masyarakat. Pangan fungsional memiliki kandungan yang esensial dan aktif memberikan manfaat terhadap kesehatan, jika dikonsumsi secara teratur dan bervariasi dalam menu diet setiap hari (Abbas, 2020).

Pangan fungsional sebaiknya dikonsumsi layaknya makanan dan minuman, mempunyai karakteristik sensori yang dapat diterima dan dicerna konsumen, serta berdasarkan penelitian memiliki khasiat kesehatan yang spesifik, antara lain sebagai penurun kolesterol, meningkatkan imunitas, memperbaiki keseimbangan mikroflora, menurunkan resiko penyakit regeneratif seperti diabetes, kanker dan penyakit jantung (Tensinka, dkk., 2019).

Minuman fungsional merupakan salah satu jenis pangan fungsional yang berkembang pesat beberapa tahun terakhir. Konsumen menginginkan minuman yang tidak hanya kaya rasa, meredakan dahaga, akan tetapi juga mengandung manfaat kesehatan khusus seperti menambah energi, melawan diabetes, merawat kecantikan, baik untuk kebugaran tubuh dan

mental (Dini, 2019). Faktor yang mempengaruhi cepatnya industri minuman fungsional lebih disukai konsumen dan berkembang pesat adalah kemudahan dalam pengemasan, distribusi, penyimpanan, dan konsumsi, serta daya tahannya. Minuman adalah wadah yang paling tepat untuk menghantarkan nutrisi, senyawa bioaktif, antioksidan, vitamin, mineral lemak, ekstrak tanaman, probiotik, prebiotik, mikronutrien dan lainnya (Ghoshal & Kansal, 2019).

Hasil samping dalam jumlah besar dihasilkan dari proses pengolahan makanan berupa kulit (kulit) dan biji-bijian. Hasil samping pertanian dapat digunakan sebagai bahan bernilai tinggi yang dapat diproses menjadi makanan dan produk lainnya. Labu adalah sumber nutrisi bergizi yang bermanfaat kesehatan, bahkan penggunaan produk labu digunakan sebagai pengobatan diabetes di Asia. Potensi labu tersebut memberi kontribusi yang signifikan terhadap nilai ekonominya. Peningkatan pemanfaatan daging dan produk sampingan labu kuning akan meningkatkan nilai jual labu kuning. Hasil samping labu kuning terdiri dari bagian kulit, biji dan serat berlendir yang menyelimuti biji labu kuning tersebut (Norfezah, dkk, 2011)

Hasil samping makanan, baik padat maupun cair, diproduksi dalam jumlah besar oleh industri makanan sebagai akibat dari produksi, penyiapan, dan konsumsi makanan. Hasil samping ini mengakibatkan hilangnya biomassa dan nutrisi penting, serta peningkatan potensi pembuangan dan masalah polusi yang parah. Hasil samping ini juga tinggi karbon, menjadikannya substrat terbarukan yang menarik untuk pembuatan

produk bernilai tambah. Labu ditanam di seluruh dunia, terutama untuk konsumsi manusia, tetapi juga untuk keperluan medis. Selama pengolahan labu kuning, sejumlah besar Hasil samping dihasilkan dalam bentuk biji dan kulitnya (Lalnunthari, dkk., 2019).

Informasi tentang manfaat biji labu kuning telah berkembang pesat dalam beberapa tahun terakhir, terutama manfaat farmaseutikal, neutrasedutikal, dan kosmesutikal. Biji labu kuning kaya akan lemak tidak jenuh yang bermanfaat untuk mencegah penyakit dan menjaga kesehatan. Biji labu dapat meningkatkan jumlah limfosit sehingga memiliki efek imunomodulator dan dapat dijadikan sebagai imunonutrien (lwo, *et al.*, 2014).

Biji labu kuning juga mengandung senyawa fitoestrogen untuk mencegah hiperlipidemia dan osteoporosis, serta memiliki efek antikanker. Vitamin E juga banyak ditemukan terkandung dalam biji labu kuning. Biji labu kuning dapat dikonsumsi sebagai makanan ringan, salad atau sereal, juga bisa ditambahkan sebagai ingridien roti atau kue. Lebih jauh lagi biji labu kuning juga dikembangkan sebagai minyak nabati yang kaya manfaat (Lestari & Meiyanto, 2018).

Biji labu kuning juga dikenal sebagai sumber asam amino esensial seperti histidin, isoleusin, leusin, metionin, fenilalanin, threonin, valin (Kim, *et al.*, 2012), mineral seperti seng, fosfor, zat besi, kalium, magnesium, natrium dan kalsium. Biji labu kuning juga memiliki senyawa antinutrisi yang dapat mengurangi ketersediaan mineral dalam bahan pangan yaitu asam fitat (Elinge *et al.*, 2012).

B. Rumusan Masalah

Biji labu diberikan perlakuan fermentasi, perkecambahan dan perendaman untuk mengurangi kadar asam fitat dalam biji, sehingga dapat meningkatkan ketersediaan mineral dan kandungan nutrisi lain dalam biji. Perlakuan yang dapat meminimalkan kandungan asam fitat secara maksimal dikategorikan sebagai perlakuan terbaik. Biji labu dengan perlakuan terbaik dilakukan pengolahan lebih lanjut untuk dijadikan produk minuman fungsional. Minuman fungsional yang dihasilkan akan dianalisis kandungan protein, zat besi, magnesium dan seng.

C. Tujuan dan Kegunaan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

Tujuan umum penelitian adalah membuat minuman fungsional berbasis biji labu kuning. Tujuan khusus penelitian adalah :

1. Untuk menentukan perlakuan terbaik yang dapat meminimalkan kandungan asam fitat dalam biji labu kuning
2. Mendeskripsikan tingkat penerimaan panelis terhadap minuman fungsional yang diformulasi dari biji labu kuning dengan perlakuan terbaik dalam mengurangi asam fitat.

3. Menganalisis kandungan protein dan mineral minuman fungsional yang dinilai panelis sebagai formulasi terbaik.

Kegunaan yang diharapkan dari penelitian ini adalah dapat dijadikan sebagai sumber informasi bagi masyarakat dan industri pangan untuk menjadikan biji labu kuning sebagai alternatif bahan pangan fungsional dengan kandungan gizi dan imunonutrisi yang baik agar masyarakat dapat menjalani pola hidup sehat yang berawal dari pilihan asupan pangan yang mudah diperoleh disekitar kita dan juga diharapkan dapat menjadi literatur untuk penelitian selanjutnya.

D. Hipotesis

Berdasarkan kajian pustaka, penelitian-penelitian terdahulu dan kerangka berpikir, maka hipotesis dalam penelitian ini adalah :

1. Perendaman, fermentasi, dan perkecambahan biji labu akan mengurangi kandungan asam fitat.
2. Produk minuman fungsional yang diformulasikan dapat diterima oleh panelis
3. Produk minuman fungsional yang diolah dari biji labu dengan perlakuan terbaik mengandung protein dan mineral (zat besi, seng, dan magnesium).

E. Kerangka Pikir

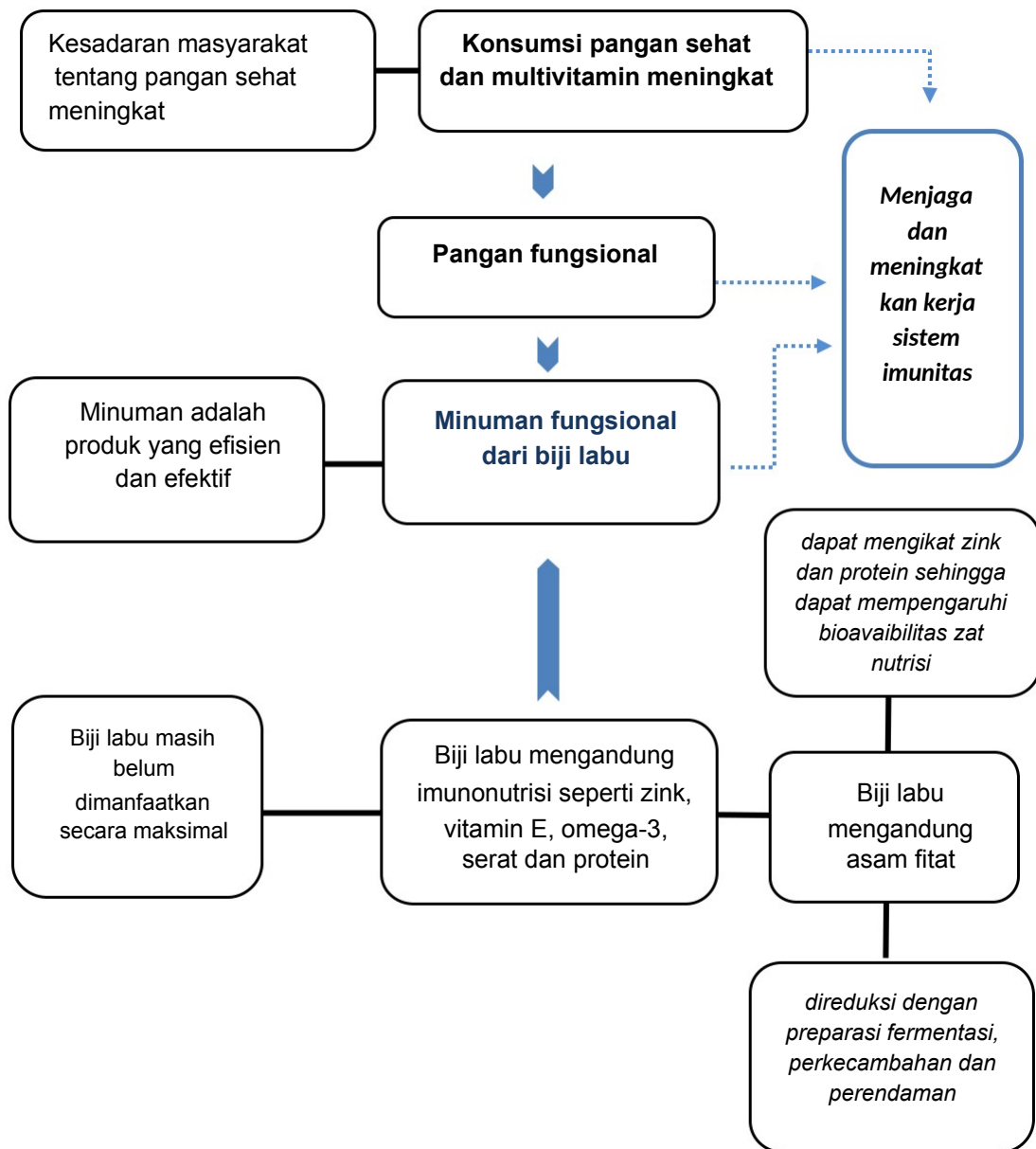
Biji labu kuning merupakan bahan yang potensial sebagai bahan baku minuman fungsional dengan ketersediaan biji labu kuning yang terus meningkat yaitu 428,197 ton pada tahun 2011 menjadi 523,063 ton pada

tahun 2014 (Badan Pusat Statistik, 2014). Selain itu, kurangnya pemanfaatan biji labu kuning oleh masyarakat Indonesia menjadi peluang untuk mengembangkan pangan fungsional dengan bahan biji labu kuning, seperti susu nabati (Putri, dkk., 2014) (Nurhasim, Tamrin, & Wahab, 2017), tempe (Pabesak, dkk., 2013), kopi (Mahmud, dkk., 2018), *cake* (Loelinda, dkk., 2017) dan minyak biji labu kuning (Soetjipto, dkk., 2018).

Pada penelitian pengembangan biji labu kuning menjadi susu nabati (Nurhasim *et al.*, 2017) informasi ketersediaan nutrisi setelah produk dibuat masih kurang, karena hanya melihat penerimaan produk oleh panelis dan diberi perlakuan perendaman yang tidak memberikan perbedaan pada kadar seng, karbohidrat dan protein (Putri *et al.*, 2014). Selanjutnya untuk aspek zat antinutrisi dalam hal ini asam fitat, pada penelitian lain diperoleh rasio asam fitat dengan Zn pada 1:2 menghasilkan pengikatan Zn yang paling tinggi (56,03%), dimana kompleks Zn-fitat lebih stabil pada pH netral (6-7). Hasil ini dapat mempengaruhi ketersediaan seng dalam pencernaan (Hernaman, dkk., 2009).

Untuk mereduksi kadar zat antinutrisi, meningkatkan kandungan nutrisi dan memberikan perubahan sensori pada biji labu kuning bisa dilakukan dengan cara fermentasi, perkecambahan dan pemanggangan (Akintade, dkk., 2019), sehingga mendorong peneliti untuk memberikan perlakuan fermentasi, perkecambahan dan perendaman pada biji labu untuk memperoleh preparasi terbaik untuk mengurangi kandungan asam fitat. Biji labu dengan preparasi yang memberikan pengaruh paling

maksimal akan diolah menjadi minuman fungsional berupa filtrat biji labu kuning. Adapun kerangka pikir penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Kerangka Pikir

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Biji labu kuning untuk pangan fungsional

Secara agronomis, istilah biji diartikan sebagai hasil panen yang dimanfaatkan untuk tujuan konsumsi. Sedangkan benih merupakan hasil panen yang dimanfaatkan untuk tujuan produksi / budidaya. Adapun embrio adalah suatu tanaman baru yang terjadi dari bersatunya gamet-gamet jantan dan betina pada suatu proses pembuahan. Struktur embrio tersusun oleh epikotil (calon pucuk), hipokotil (calon batang), kotiledon (calon daun), radikula (calon akar). Cadangan makanan yang tersimpan dalam biji umumnya terdiri dari karbohidrat, lemak, protein dan mineral. Komposisi dan presentasinya berbeda-beda tergantung pada jenis biji, misal biji bunga matahari kaya akan lemak, biji kacang-kacangan kaya akan protein, biji padi mengandung banyak karbohidrat. Pada biji ada beberapa struktur yang dapat berfungsi sebagai jaringan penyimpan cadangan makanan, yaitu :

1. Kotiledon, misalnya pada kacang-kacangan, semangka dan labu.
2. *Endosperm*, misal pada jagung, gandum, dan golongan serelia lainnya. Pada kelapa bagian dalamnya yang berwarna putih dan dapat dimakan merupakan endospermnya.
3. *Perisperm*, misal pada famili *Chenopodiaceae* dan *Caryophyllaceae*
4. *Gametophytic* betina yang haploid misal pada kelas *Gymnospermae* yaitu pinus (Sutopo, 2004).

Labu kuning (*Cucurbita*, *sp.*) adalah sayuran berbentuk buah yang banyak tumbuh di wilayah beriklim tropis seperti, Indonesia, Malaysia, dan Filipina. Varietas yang umum dikembangkan di Indonesia adalah *Cucurbita moschata*. Labu kuning banyak mengandung nutrisi yang bermanfaat, juga telah banyak dikembangkan menjadi pangan fungsional. Bagian biji dari labu kuning menjadi bagian banyak dibahas oleh peneliti dan para ahli akhir-akhir ini karena kandungan aktif di dalam biji labu kuning. Biji labu kuning mengandung nutrisi yang kaya akan kandungan yang bermanfaat untuk kesehatan seperti palmitat, stearat, oleat, linoleat, fitoestrogen, daidzein, genistein dan vitamin E (Lestari & Meiyanto, 2018).



Gambar 2 Labu kuning (*Cucurbita moschata* Durh)/ Sumber : Dokumentasi pribadi, 2021

Biji labu kuning merupakan sumber beberapa protein dan lemak, juga kandungan mineral yang bermanfaat untuk tubuh manusia seperti seng, fosfor, zat besi, kalium, magnesium, natrium dan kalsium. Selain itu, biji labu kuning juga memiliki kandungan senyawa antinutrisi seperti asam fitat dan asam oksalat dan nitrat (Elinge *et al.*, 2012)

Tabel 1 Tabel kandungan dan komposisi biji labu kuning/per 100 g
(Agricultural Research Service, 2019)

Komponen	Jumlah	Persentase RDH
Zat gizi		
Energi	559 Kcal	28%
Karbohidrat	10,71 g	8%
Protein	30,23 g	54%
Kolesterol	49,05 g	164%
Serat	0 mg	0 %
Vitamin		
Folat	58 µg	15 %
Niasin	4,987 mg	31 %
Asam pantotenat	0,750 mg	15 %
Piridoksin	0,143 mg	11 %
Riboflavin	0,153 mg	12 %
Tiamin	0,273 mg	23%
Vitamin A	16 IU	0,5 %
Vitamin C	1,9 µg	3 %
Vitamin E	35,10 mg	237%
Elektrolit		
Natrium	7 mg	0,5%
Kalium	809 mg	17%
Mineral		
Kalsium	46 mg	4,5%
Tembaga	1,343 mg	149%
Zat besi	8,82 mg	110%
Magnesium	592 mg	148%
Mangan	4.543 mg	198%
Fosfor	1233 mg	176%
Selenium	9,4 µg	17%
Seng	7,81 mg	71%
Fitonutrien		
Beta karoten	9 µg	-
Beta kriptoxanthin	1 µg	-
Lutein- zeaxanthin	74 µg	-

Tanaman labu kuning terdiri dari beberapa varietas, baik varietas lokal maupun varietas yang diimpor dari negara lain. Jenis atau varietas dari labu kuning lokal antara lain varietas bokor atau *crème*, memiliki bentuk buah bulat pipih, batang bersular panjang 3-5 m, daging buah berwarna kuning, tebal, bertekstur halus, berasa manis dan gurih serta memiliki berat buah sekitar 4-5 kg. Varietas kelenteng memiliki bentuk buah bulat panjang

(lonjong atau oval). Kulit dan daging buah berwarna kuning dengan panjang sulur 3-5 m serta berat buah 2-5 kg. Varietas ular Bentuk buah panjang ramping, memiliki warna daging kuning, kemudian rasa yang kurang enak serta berat buah 1-3 kg (Tediando, 2012).

Selain jenis labu kuning dari lokal ada juga labu kuning yang impor dari negara-negara lain, dengan ciri khas labu kuning yang berbeda-beda, seperti labu kuning Taiwan yang memiliki buah berukuran kecil-kecil dengan berat berkisar 1-2 kg/ buah. Rasa buah enak, padat, manis, dan memiliki kadar air yang rendah dan memiliki warna buah kuning yang tajam dan menarik, serta umur panennya adalah 90 hari. Selanjutnya labu kuning Hai Je Pi yang berbentuk buah oval dengan warna kulit putih susu dan warna daging buah muda adalah kuning muda, serta warna daging buah tua adalah kuning tua. Labu kuning Amerika yang tahan terhadap hama penyakit dan bersulur pendek. Labu kuning Australia yang memiliki daging buah muda terurai dengan berat buah 1-2 kg. Labu kuning Zapello dari Denmark termasuk jenis labu kuning bokor dengan bentuk buah bulat dan warna kulit kuning serta ukuran bijinya kecil dari pada labu kuning lokal. Labu kuning Kobaca dari Jepang dengan bentuk buah mungil, berat 2 kg/ buah. Kulitnya hijau berbecak kuning atau coklat muda, memiliki daging buah berwarna kuning keemasan, halus, dan rasanya manis (Tediando, 2012).

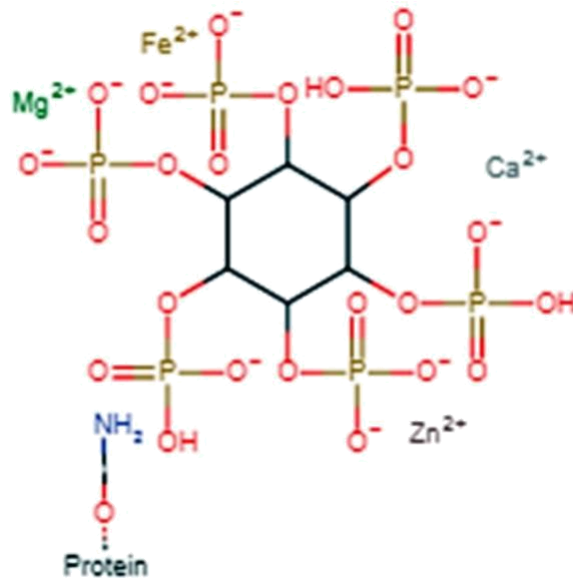
Permintaan Pasar /Konsumen lebih menyukai pujuk dan buah yang masih muda untuk sayur sekitar 75 hst dan ada juga yang menyukai labu yang sudah tua untuk olahan seperti kue, stik labu, tar labu, dodol, keripik.

itu dapat dipanen pada umur 95–120 hst. Harga labu disesuaikan dengan bobot atau kisaran buah yang termasuk kategori A (2,3 kg/buah), B (1,5-2 kg/buah). Buah labu bisa disimpan 8-10 bulan dengan harga biasanya berkisar Rp.3000-5000 per buah untuk yang labu yang masih muda, serta Rp. 15.000-20.000 per buah untuk buah yang sudah tua (Afi, 2019).

B. Asam Fitat

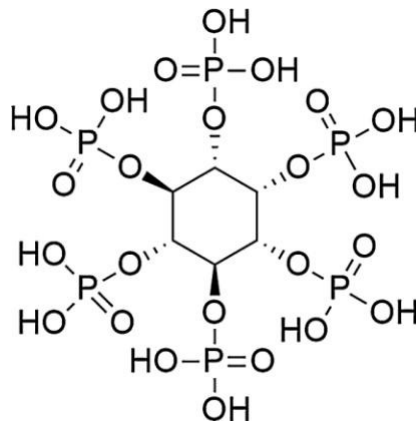
Asam fitat mempunyai sifat kurang baik sebagai antinutrisi, yaitu dapat mengikat beberapa mineral esensial sehingga mineral tersebut menjadi tidak tersedia. Asam fitat mempunyai muatan negatif pada pH rendah, pH netral, dan pH tinggi. Asam fitat dapat berikatan dengan ion-ion logam seperti Ca, Mg, Zn dan Cd dan protein yang mempunyai gugus positif seperti lisin, histidin, arginin, dan gugus amino terminal pada pH di bawah isoelektriknya. Terbentuknya senyawa fitat-mineral atau protein yang tidak larut dapat menyebabkan penurunan ketersediaan mineral dan nilai gizi protein pakan (Irianingrum, 2009).

Asam fitat (mio-sinositol heksakisfosfat) merupakan bentuk penyimpanan fosfor terbesar pada tanaman serealia dan leguminosa (Kumar, *et al.*, 2010). Di dalam biji, asam fitat merupakan sumber fosforus dan inositol utama bagi tanaman, terdapat dalam bentuk garam kalium, kalsium, magnesium, dan logam lain. Pada kondisi alami, asam fitat akan membentuk ikatan baik dengan mineral bervalensi dua (Ca, Mg, Fe) maupun protein menjadi senyawa yang sukar larut (Arief, dkk., 2011).



Gambar 3 Kemungkinan interaksi asam fitat dengan kation logam (mineral) dan residu protein / Sumber (Coulibaly, 2011).

Teknik pengolahan seperti perendaman, perkecambahan, pembuatan *malt* dan fermentasi dapat mengurangi kandungan asam fitat dengan meningkatkan aktivitas fitase yang ada secara alami (Kumar *et al.*, 2010).



Gambar 4 Struktur asam fitat (IP6, IUPAC) / sumber : (Jatuwong *et al.*, 2020)

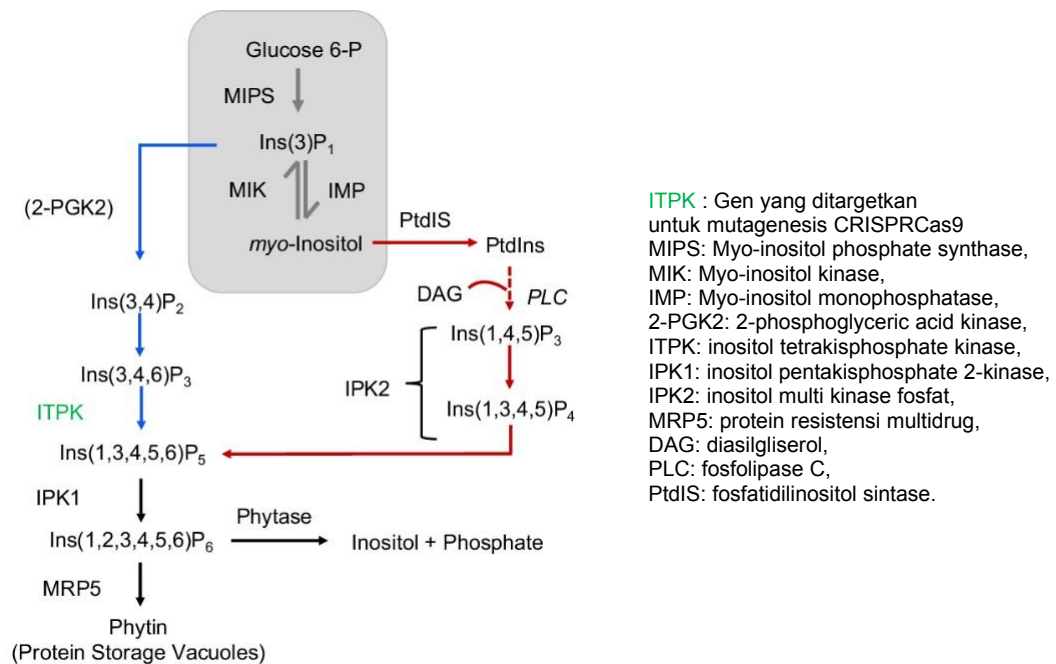
Zat antinutrisi adalah senyawa alami atau sintetis yang menghambat penyerapan nutrisi. Asam fitat merupakan salah satu zat antinutrisi yang terkandung dalam biji labu kuning. Asam fitat memiliki kemampuan

mengikat yang kuat terhadap mineral seperti kalsium, magnesium, zat besi dan seng. Senyawa pengkelat ini akan mengurangi penyerapan mineral dan menghambat kerja enzim pada biji labu yang kaya akan nutrisi. Salah satu cara untuk menghilangkan zat antinutrisi pada biji labu kuning adalah dengan proses pemasakan atau pemanggangan (Ngozi, 2014). Biji labu yang telah difermentasi menunjukkan peningkatan komposisi protein, memperpendek waktu pemasakan dan mengurangi kandungan tanin (Onimawo, *et al.*, 2003). Perkecambahan biji dapat meningkatkan kandungan nutrisi dan kualitas sensori akibat perubahan biokimia yang terjadi, serta dapat mengurangi penyerapan protein dan karbohidrat (Akintade, *et al.*, 2019).

Studi dilakukan untuk mengetahui dari asupan rata-rata fitat atau asam fitat pada manusia sangat jarang. Data yang diberikan untuk asupan harian rata-rata pada manusia kebanyakan berasal dari estimasi survei diet atau dari data keseimbangan makanan dari seluruh dunia. Data yang diperoleh pada total asupan rata-rata asam fitat antara lain untuk negara maju kategori tingkat rendah (250-350 mg), tingkat sedang (500-800 mg, dan tingkat tinggi (≥ 1000 mg). Di negara berkembang, makanan yang biasa dikonsumsi banyak berasal dari sereal dan kacang-kacangan yang tinggi, kadar fitat yang cukup tinggi hingga 2000 mg atau lebih dapat dikonsumsi setiap hari untuk negara berkembang. Asupan fitat harian pada manusia menunjukkan perbedaan yang kuat antara negara berkembang dan negara maju, antara daerah perkotaan dan pedesaan, antara perempuan dan laki-laki, antara muda dan tua, dan antara omnivora dan vegetarian. Perbedaan

ini berasal dari perbedaan makanan yang dikonsumsi, perbedaan pengolahan, dan metode persiapan (Frølich, *et al.*, 2011).

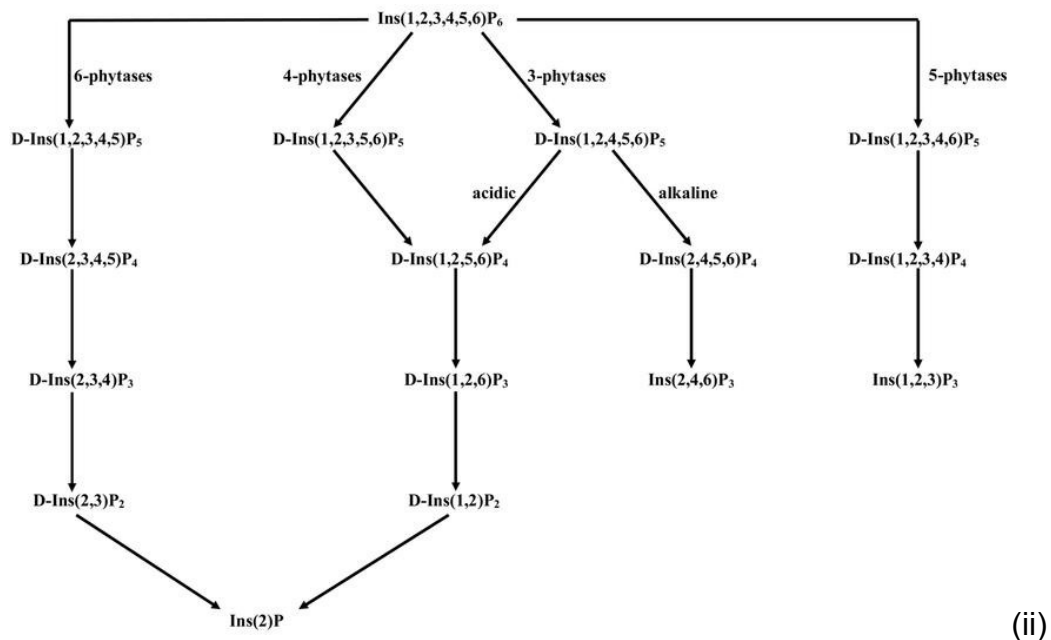
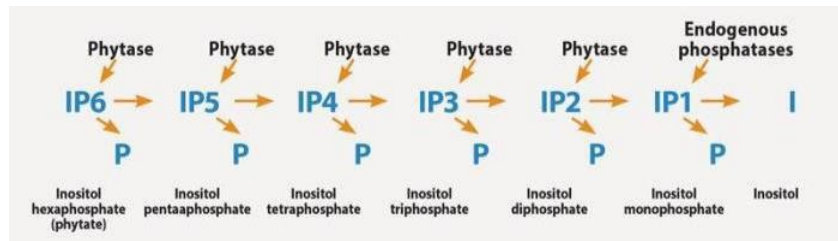
Studi selanjutnya dilaporkan bahwa, tanpa fitat tubuh manusia dapat menyerap 20% lebih banyak seng dan 60% lebih banyak magnesium dari makanan. Studi lainnya menunjukkan bahwa dalam gandum yang mengandung 2, 25, dan 250 mg asam fitat, penyerapan seng dihambat sebanyak 18, 64, dan 82%. Rekomendasi yang diberikan adalah mengonsumsi kurang dari 25 mg asam fitat/100g makanan atau makan 0,03% makanan yang mengandung fitat, untuk meminimalkan kehilangan mikronutrien. Selain itu, sebagian besar makanan mengalami proses yang berbeda seperti penggilingan, pemasakan, perendaman, dll., sehingga kandungan asam fitat dalam makanan yang belum diproses mungkin tidak mencerminkan kandungan asam fitat yang sebenarnya dikonsumsi (Feizollahi *et al.*, 2021).



Gambar 5 Jalur asam fitat pada tanaman/ Sumber : (Sashidhar, *et al.*, 2020)

C. Perendaman

Perendaman pada suhu kamar selama 24 jam menurunkan kadar asam fitat sebesar 16–21%. Perendaman dan pemasakan bersama-sama telah terbukti jauh lebih efisien daripada perendaman dalam waktu singkat dalam mereduksi asam fitat. Perendaman biji-bijian dan kacang-kacangan telah terbukti cukup efisien dalam mengurangi asam fitat dan meningkatkan bioavailabilitas mineral. Teknik ini dilakukan dengan merendam biji-bijian sepenuhnya dalam air untuk jangka waktu tertentu, agar dapat mengaktifasi fitase secara alami (Gupta, *et al.*, 2015).



(i) Gambar 6 Aktivitas enzim fitase memecah asam fitat menjadi inositol dan fosfat/
Sumber : (Bedford, 2014)

(ii) Gambar 7 Jalur degradasi asam fitat berdasarkan jenis fitase/ Sumber : (Greiner & Konietzny, 2010)

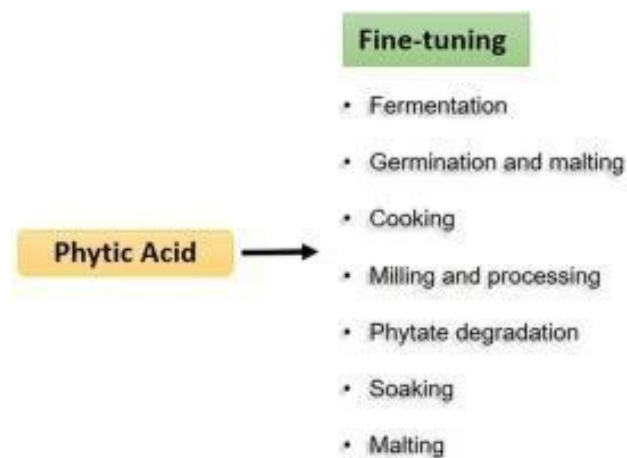
Sejumlah besar fitat dihidrolisis dengan perendaman pada suhu 45°C. Karena fitase ini ditemukan dalam biji-bijian, aktivasi enzim ini telah terbukti menghilangkan sejumlah besar asam fitat dari biji-bijian. Perlakuan ini memiliki beberapa kelemahan, seperti hilangnya mineral dan protein yang dapat diekstraksi air selama proses berlangsung. Kadar asam fitat turun dari 47,4% menjadi 55,71 persen ketika lama perendaman meningkat dari 2 menjadi 12 jam (Ertaş & Türker, 2014). Perendaman pada suhu 45°C selama 6 jam dapat mengurangi asam fitat 94% (Atasoy & Ertop, 2017).

D. Fermentasi

Fermentasi adalah proses metabolisme di mana karbohidrat dioksidasi untuk membebaskan energi tanpa adanya eksternal akseptor elektron. Proses ini adalah salah satu yang tertua dan teknik yang paling ekonomis diterapkan dalam pengawetan dan pengolahan makanan. Makanan fermentasi, diproduksi dan dikonsumsi sejak perkembangan peradaban manusia, merupakan bagian dari diet normal manusia. Tujuan awal fermentasi adalah pengawetan, namun dengan perkembangan berbagai teknologi pengawetan yang tersedia, banyak makanan fermentasi diproduksi karena rasa, aroma, dan teksturnya yang unik yang sangat disukai oleh konsumen (Bourdichon, *et al.*, 2012).

Fermentasi memainkan peran penting dalam produksi senyawa yang sangat berpengaruh pada karakteristik organoleptik (seperti aroma, rasa, dan tekstur) dan pada peningkatan sifat nutrisi dengan dampak positif akhir pada kesehatan manusia. Sereal dan pseudosereal, secara umum, merupakan media yang baik untuk fermentasi mikroba. Mereka kaya akan

polisakarida, yang dapat digunakan sebagai sumber karbon dan energi oleh mikroorganisme selama fermentasi. Selain karbohidrat, mereka juga mengandung mineral, vitamin, sterol, dan faktor pertumbuhan lainnya (Gobbetti, *et al.*, 2016). Produk fermentasi dibuat dari sereal yang lebih umum (seperti beras, gandum, jagung, atau sorgum) dan pseudocereal tersebar luas di seluruh dunia. Di negara berkembang tertentu seperti Asia dan Afrika, konsumsi sereal yang tinggi dilaporkan di mana biji-bijian ini dicampur dengan kacang-kacangan untuk meningkatkan kualitas protein secara keseluruhan dari produk akhir fermentasi. Biji-bijian sereal dan pseudocereal biasanya memiliki mikrobiota asli yang disusun oleh jamur, BAL, enterobakteria, pembentuk spora aerobik, dll., yang bersaing untuk nutrisi (Blandino, *et al.*, 2003).

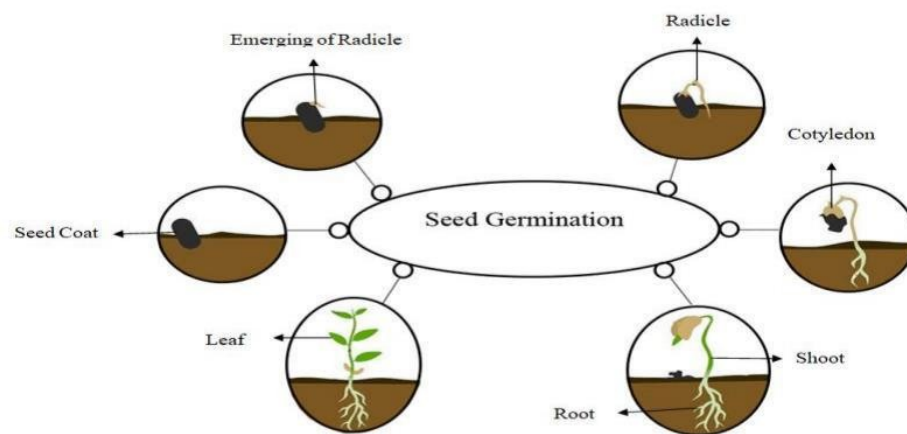


Gambar 8 Beberapa proses perlakuan untuk mengurangi asam fitat/ Sumber: (Kumar, *et al.*, 2021)

Bakteri asam laktat adalah Gram positif, tidak bersporulasi, kekurangan sitokrom, katalase negatif, aerotoleran, mikroorganisme yang toleran asam, dan sangat fermentatif, menghasilkan asam laktat sebagai produk akhir metabolisme utama dari fermentasi karbohidrat. BAL adalah

kelompok mikroorganisme heterogen dengan status GRAS (*Generally Recognized as Safe*) yang secara tradisional dikaitkan dengan fermentasi makanan. Fermentasi karbohidrat yang efektif digabungkan dengan fosforilasi tingkat substrat adalah karakteristik penting dari BAL; ATP yang dihasilkan kemudian digunakan untuk fungsi biosintetik. BAL umumnya terkait dengan habitat yang kaya nutrisi, misalnya makanan yang berbeda seperti susu, minuman, sayuran, daging, dan sereal (Rollán, *et al.*, 2019).

E. Perkecambahan



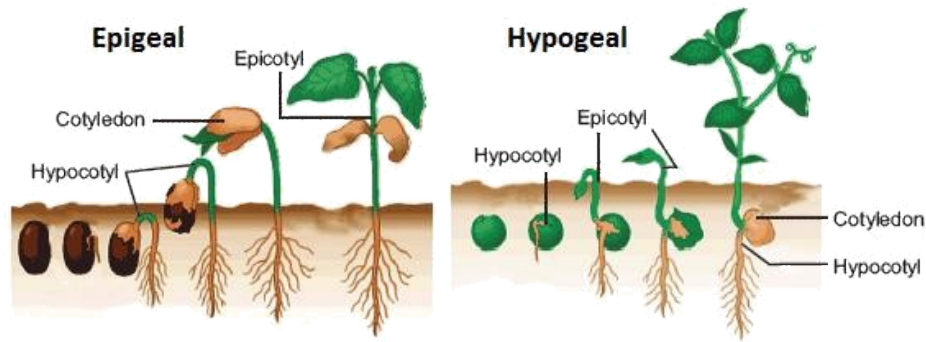
Gambar 9 Proses perkecambahan biji/ Sumber: (Kumar & Anand, 2021)

Proses ketika radikula muncul dari biji dikenal sebagai perkecambahan. Banyak perubahan biokimia yang terjadi pada benih selama perkecambahan atau perkecambahan, yang meningkatkan karakteristik nutrisinya (Lemmens, *et al.*, 2019). Perkecambahan merupakan faktor penting dalam meningkatkan aktivitas fitase dan menurunkan konsentrasi asam fitat benih. Aktivitas fitase meningkat selama perkecambahan, yang bertanggung jawab atas degradasi asam fitat dalam biji tanaman. Tahap awal perkecambahan atau perkecambahan adalah perendaman benih kering sampai mencapai

tingkat kelembaban yang ideal, yang mendorong pernapasan, metabolisme, dan transportasi metabolit primer dan sekunder, yang akhirnya merangsang perkecambahan (Kumar & Anand, 2021).

Proses perkecambahan benih merupakan suatu rangkaian kompleks dari perubahan-perubahan morfologi, fisiologi, dan biokimia. Tahapan metabolisme perkecambahan dimulai dengan proses penyerapan air oleh benih, melunaknya kulit benih dan hidrasi protoplasma. Aktivitas enzim dan sel meningkat serta naiknya tingkat respirasi benih. Selanjutnya terjadi penguraian bahan-bahan seperti karbohidrat, lemak, dan protein menjadi bentuk-bentuk yang terlarut dan di translokasikan ke titik tumbuh. Proses asimilasi dari bahan-bahan yang telah diuraikan tadi di daerah meristematik untuk menghasilkan energi bagi kegiatan pembentukan komponen dan pertumbuhan sel-sel baru. Pertumbuhan dari kecambah melalui proses pembelahan, pembesaran, dan pembagian sel-sel pada titik-titik tumbuh (Laboratorium Pemuliaan Tanaman UB, 2013).

Jenis perkecambahan benih epigeal dan hypogeal, dimana tipe perkecambahan epigeal adalah dimana munculnya radikel diikuti dengan memanjangnya hipokotil secara keseluruhan dan membawa serta kotiledon dan plumula ke atas permukaan tanah. Perkecambahan hipogeal adalah apabila terjadi teratas (epikotil) sehingga daun lembaga ikut tertarik ke atas tanah, tetapi kotiledon tetap di bawah tanah (Sutopo, 2004).



Gambar 10 Perkecambahan epigeal dan hipogeal/ sumber :
(Campbell & Reece, 2005)

Faktor yang mempengaruhi perkecambahan ada 2 yaitu faktor dalam berupa gen, persediaan makanan dalam biji, hormon, ukuran dan kekerasan biji, dormansi dan faktor luar yaitu air, temperatur, oksigen, medium (Imansari & Haryanti, 2017). Faktor dalam yang mempengaruhi perkecambahan akan dijabarkan sebagai berikut:

1. Gen dimana didalamnya terkandung faktor-faktor sifat keturunan yang dapat diturunkan pada keturunannya dan berfungsi untuk mengontrol reaksi kimia di dalam sel, misalnya sintesis protein yang merupakan bagian dasar penyusun tubuh tumbuhan dikendalikan oleh gen secara langsung.
2. Tingkat kemasakan biji juga mempengaruhi perkecambahan, biji yang dipanen sebelum tingkat kemasakan fisiologis tidak mempunyai viabilitas yang tinggi dikarenakan pada tingkat kemasakan benih yang belum cukup, benih belum mempunyai cadangan makanan yang cukup untuk metabolisme perkecambahan.
3. Hormon merupakan zat yang berperan penting dalam metabolisme perkecambahan. Hormon merupakan stimultan dalam prose metabolisme sehingga keberadaan hormon yang mencukupi dalam biji

dapat memberikan kemampuan dinding sel untuk mengembang sehingga sifatnya menjadi elastis. Elastisitas dinding sel memungkinkan dinding sel bersifat *permeable* sehingga mempermudah imbibisi dan mempercepat perkecambahan.

4. Ukuran dan kekerasan biji dapat dijelaskan pengaruhnya dimana dalam biji terdapat cadangan makan yang nantinya akan dirombak pada tahap metabolisme perkecambahan. Semakin besar ukuran biji, diasumsikan memiliki cadangan makanan yang lebih banyak daripada biji yang kecil, sehingga Semakin besar biji maka metabolisme perkecambahan akan berjalan dengan baik.
5. Dormansi adalah suatu keadaan pertumbuhan yang tertunda atau keadaan istirahat. Setiap benih tanaman memiliki masa dormansi yang berbeda beda. Dormansi ini mempengaruhi dari proses perkecambahan, bila sifat dormansi benih tergolong lama, maka perkecambahan akan semakin lambat, begitu pula sebaliknya.

Faktor luar seperti air berfungsi sebagai pelunak kulit biji, melarutkan cadangan makanan, sarana transportasi serta bersama hormon mengatur elurgansi (pemanjangan) dan pengembangan sel. sehingga kecukupan kadar air ketika proses perkecambahan mutlak diperlukan. Oksigen diperlukan biji untuk proses respirasi dimana proses respirasi akan meningkat disertai pula dengan meningkatnya pengambilan oksigen dan pelepasan karbondioksida, air, dan energi yang berupa panas. Terbatasnya oksigen akan menghambat perkecambahan benih. Faktor selanjutnya adalah media yang baik untuk perkecambahan benih antara lain

mempunyai sifat fisik yang baik, gembur, mempunyai kemampuan menyimpan air, dan bebas dari pengganggu. Media menentukan pertumbuhan kecambah, pada medium yang keras akar kecambah muda akan sulit menembus media dan mengakibatkan pertumbuhan terganggu. Suhu merupakan syarat penting yang kedua bagi perkecambahan benih. Suhu optimum adalah suhu yang paling menguntungkan bagi berlangsungnya perkecambahan benih. Pada kisaran 80°F sampai 95°F (20,5°C sampai 35°C). Jika benih dikecambahkan pada suhu yang di bawah optimum atau diatas optimum maka akan terjadi kegagalan berkecambah atau dapat merusak biji sehingga memunculkan kecambah abnormal (Laboratorium Pemuliaan Tanaman UB, 2013).

Kisaran suhu perkecambahan optimal untuk labu adalah 70 hingga 95°F (21 hingga 35°C), suhu perkecambahan maksimum adalah 100 °F (38°C) dan perkecambahan di bawah 60°F (15,5°C) akan berlangsung selama 2 minggu. Biji direndam dalam air pada suhu di atas 20°C dan berkecambah pada suhu antara 25-35°C (Salmasi, 2006).

F. Minuman Fungsional

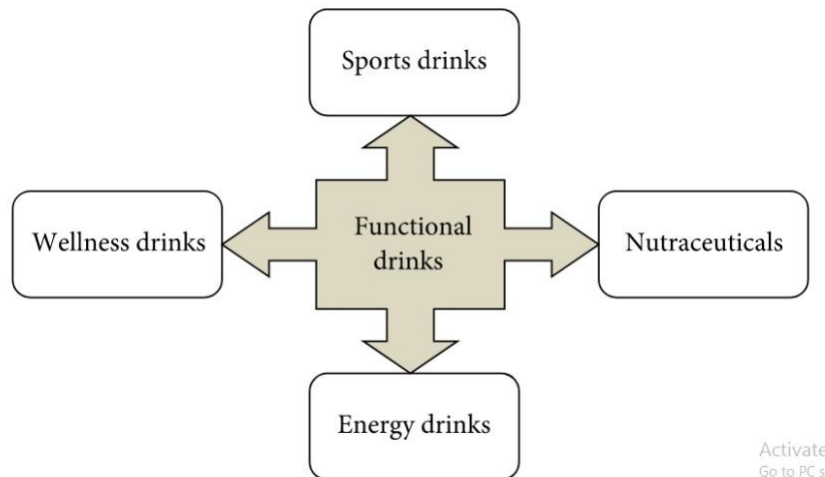
Pangan, terutama pangan nabati, mengandung senyawa bioaktif yang bermanfaat positif untuk kesehatan, antara lain senyawa fenolik, karotenoid, alkaloid, senyawa organosulfur, senyawa yang mengandung nitrogen dan fitosterol. Berdasarkan *US Food and Drug Administration (FDA)* pangan fungsional adalah semua makanan dikategorikan fungsional memberikan respon fisiologis. *The Academy Of Nutrition And Dietetics (AND)* mendefinisikan pangan fungsional sebagai pangan yang difortifikasi,

diperkaya, atau ditingkatkan sehingga berpotensi memberikan manfaat pada kesehatan ketika dikonsumsi sebagai bagian dari asupan sehari-hari. Sebagai tambahan, *Institute of Food Technologist (IFT)* menekankan bahwa kandungan yang memberikan efek kesehatan adalah selain nutrisi pokok yaitu karbohidrat, lemak, protein, vitamin dan mineral (Ralston, et al., 2018).

Tubuh manusia terdiri dari 100 triliun sel yang memerlukan air dan 114 nutrisi yang berbeda setiap hari. Sekitar 60% tubuh manusia terdiri dari air dan agar tetap terhidrasi diperlukan minimal 6 gelas air setiap hari. Dalam beberapa tahun terakhir perkembangan pangan diiringi dengan pengetahuan tentang kegunaan dan manfaat untuk kesehatan, sehingga mempengaruhi industri yang mulai mengembangkan makanan dan minuman fungsional yang kaya nutrisi. Dalam skala global pasar minuman fungsional berubah dan berkembang, Cina menjadi negara yang paling cepat pertumbuhan industri minuman fungsional sekitar 77%. Minuman fungsional berupa cairan minuman yang mengandung vitamin, mineral, asam amino maupun senyawa aktif dari ekstrak buah atau sayur serta senyawa aromatik pada tanaman/herbal (Ghoshal & Kansal, 2019).

Minuman fungsional dibuat mengacu kepada SNI minuman tradisional, dimana ada beberapa persyaratan mutu sesuai dengan bentuk dan jenisnya. yaitu minuman fungsional terbuat dari gabungan rempah-rempah serta penambahan bahan lain seperti gula dan bahan lain yang diijinkan didasarkan pada SNI 01-4320-1996 tentang minuman tradisional. Minuman fungsional dapat dibuat melalui berbagai macam proses seperti

pengeringan, ekstraksi, dan pencampuran dengan kadar tertentu sesuai dengan formula sehingga mendapatkan hasil dan khasiat yang sesuai. Dalam pembuatannya minuman fungsional dapat langsung berbentuk cair, ataupun dalam bentuk serbuk terlebih dahulu (Rahayu, 2019).

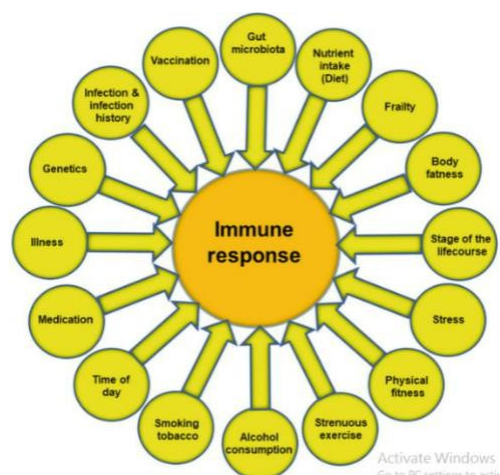


Gambar 11 Kategori minuman fungsional / Sumber : (Kregiel, 2015)

G. Imunonutrisi

Pengertian pangan fungsional pertama kali berasal dari Jepang. Disana pangan seperti ini disebut sebagai '*FOSHU (Food for Special Health Use)*'. Sementara itu di Amerika Serikat lebih sering dipakai istilah 'nutrasetika', dan di Eropa menggunakan istilah 'pangan fungsional'. Perlu digarisbawahi bahwa pangan fungsional harus berbentuk makanan, bukan obat. Salah satu tujuan dari pangan fungsional adalah dapat meningkatkan fungsi imun atau daya tahan tubuh. Kelompok ini selanjutnya disebut sebagai imunonutrien atau pangan fungsional untuk meningkatkan daya tahan tubuh (Paramita, 2020).

Semua sel, termasuk yang berada dalam sistem kekebalan, membutuhkan nutrisi yang cukup dan tepat untuk berfungsi secara optimal. Selama periode infeksi, sistem kekebalan "aktif" meningkatkan kebutuhan energi lebih banyak lagi. Nutrisi mendukung fungsi sel imun, memungkinkan mereka untuk memulai respons yang efektif terhadap patogen sementara juga memungkinkan sel imun untuk menyelesaikan respons dengan cepat bila diperlukan dan menghindari peradangan kronis yang mendasarinya. Beberapa mikronutrien dan komponen makanan memiliki peran penting dalam pengembangan dan pemeliharaan sistem kekebalan tubuh yang sehat sepanjang hidup, serta dalam pengurangan peradangan kronis. Asupan beberapa mikronutrien yang berlebihan juga telah dikaitkan dengan respons imunologis yang melemah. Di daerah endemis malaria, misalnya, suplementasi zat besi dapat meningkatkan morbiditas dan mortalitas. Infeksi dan penyakit radang kronis dapat dihindari (Childs, *et al.*, 2019).



Gambar 12 Faktor yang mempengaruhi respon imun /
Sumber : (Calder, 2021)

Terdapat tiga kelompok pangan fungsional yang dalam banyak riset terbukti berdampak pada sistem daya tahan tubuh, antara lain protein dan

mikronutrien (zat besi, seng, dan magnesium). Mineral terutama mineral mikro terdapat dalam jumlah sangat kecil di dalam tubuh, namun mempunyai peranan penting untuk kehidupan, dan kesehatan. Salah satu peranan penting dari vitamin dan mineral tersebut yaitu dalam mempertahankan sistem kekebalan tubuh yang sehat. Selain membantu proses metabolisme zat gizi, vitamin dan mineral juga dapat sebagai antioksidan yang sangat mempengaruhi kualitas hidup manusia. Beberapa vitamin dan mineral yang mempunyai peran sebagai antioksidan, diantaranya adalah vitamin A, vitamin E, vitamin C, selenium, zat besi dan seng (Siswanto, *et al.*, 2014).

H. Uji Organoleptik

Penggunaan penilaian organoleptik dalam penerapan kualitas sangat penting karena dapat mengindikasikan pembusukan dan degradasi produk lainnya. Tujuan dari uji organoleptik adalah untuk menetapkan sifat atau unsur-unsur yang mempengaruhi rasa dan penerimaan makanan. Kenampakan yang meliputi warna, bentuk, dan ukuran dievaluasi terlebih dahulu, diikuti aroma, tekstur, dan rasa. Salah satu bentuk uji penerimaan adalah penilaian organoleptik dengan uji hedonik (Wiliyanti, 2015).

Panelis diminta untuk mengungkapkan jawaban pribadi mereka untuk suka dan tidak suka, serta tingkat suka atau tidak suka mereka dalam tes ini. Nilai uji hedonis digunakan untuk menggambarkan tingkat kesukaan tertentu, seperti sangat suka, suka, agak suka, netral, agak tidak suka, tidak suka, dan sangat tidak suka. Skala hedonis berbeda dari skala kategori lainnya, di mana dalam jawaban yang diantisipasi untuk mencerminkan

puncak (lebih disukai maksimum) dan sebaliknya. Secara tidak langsung, pengujian dapat dilakukan untuk mengetahui perbedaan menggunakan skala hedonis (Wiliyanti, 2015). Meskipun tes fisik dan kimia, serta nutrisi, dapat mengungkapkan produk makanan berkualitas tinggi, informasi ini tidak berguna jika makanannya tidak enak. Adanya sampel, kehadiran panelis, dan penilaian yang jujur semuanya diperlukan dalam uji organoleptik. Untuk melaksanakan penilaian organoleptik diperlukan panel. Dalam penilaian suatu mutu atau analisis sifat-sifat sensorik suatu komoditi, panel bertindak sebagai instrument atau alat. Panel ini terdiri dari orang atau kelompok yang bertugas menilai sifat atau mutu komoditi berdasarkan kesan subjektif. Orang yang menjadi anggota panel disebut panelis (Arbi, 2009).

Ayustaningwarno (2014) menuliskan ada 6 macam panel yang biasa digunakan dalam penilaian organoleptik, yaitu sebagai berikut: a.

Panel pencicip perseorangan

Pencicip perseorangan juga disebut pencicip tradisional. Keistimewaan pencicip ini adalah dalam waktu singkat dapat menilai suatu hasil dengan tepat, bahkan mampu menilai pengaruh macam-macam perlakuan, misalnya bahan baku dan cara pengolahan. Tetapi kemampuan pencicip perseorangan hanya terbatas pada komoditas tertentu, sehingga masing-masing komoditas memerlukan panelis yang berbeda sesuai dengan keahlian masing-masing.

b. Panel pencicip terbatas

Panel pencicip terbatas terdiri dari 3 sampai 5 orang penilai yang memiliki kepekaan tinggi. Syarat untuk bisa menjadi panelis terbatas adalah sebagai berikut :

1. Mempunyai kepekaan tinggi terhadap komoditi tertentu
2. Mengetahui cara pengolahan, peranan bahan dan teknik pengolahan, serta mengetahui pengaruhnya terhadap sifat-sifat komoditas.
4. Mempunyai pengetahuan dan pengalaman tentang cara penilaian organoleptik.

c. Panel terlatih

Anggota panel terlatih adalah 15 sampai 25 orang. Tingkat kepekaan yang diharapkan tidak setinggi panel pencicip terbatas. Panel terlatih berfungsi sebagai alat analisis, dan pengujian yang dilakukan terbatas pada kemampuan membedakan. Untuk menjadi seorang panelis terlatih, maka prosedur pengujian yang harus diikuti adalah :

1. Uji segitiga (*triangel test*)
2. Uji pembandingan pasangan (*paired comparison*)
3. Uji penjenjangan (*ranking*)
4. Uji pasangan tunggal (*single stimulus test*)

d. Panel agak terlatih

Jumlah anggota panel agak terlatih adalah 15 sampai 25 orang. Panel ini tidak dipilih menurut prosedur pemilihan panel terlatih, tetapi juga tidak diambil dari orang awam yang tidak mengenal sifat sensorik dan penilaian organoleptik. Termasuk di dalam panel agak terlatih adalah

sekelompok mahasiswa atau staf peneliti yang dijadikan panelis secara musiman

e. Panel tak terlatih

Anggota panel tak terlatih tidak tetap. Pemilihan anggotanya lebih mengutamakan segi sosial, misalnya latar belakang pendidikan, asal daerah, dan kelas ekonomi dalam masyarakat. Panel tak terlatih digunakan untuk menguji kesukaan (*preference test*).

f. Panel konsumen

Anggota panel konsumen antara 30 sampai 1000 orang. Pengujiannya mengenai uji kesukaan (*preference test*) dan dilakukan 15 sebelum pengujian pasar. Dengan pengujian ini dapat diketahui tingkat penerimaan konsumen.