



# GIZI PRODUK AGROINDUSTRI



Dr.T. Wahyu Mushollaeni, S.Pi., M.P  
Dr. Atina Rahmawati, S.TP.,M.P  
Lorine Tantalu, S.Pi., M.P., M.Sc  
Sudirman, S.TP., M.T

Dr.T. Wahyu Mushollaeni, S.Pi., M.P  
Dr. Atina Rahmawati, STP. MP  
Lorine Tantal, S.Pi., MP., M.Sc  
Sudirman, S.TP., M.T

## **GIZI PRODUK AGROINDUSTRI**



Penerbit Forind

# **GIZI PRODUK AGROINDUSTRI**

*Copyright©:*

Dr.T. Wahyu Mushollaeni, S.Pi., M.P,

Dr. Atina Rahmawati, STP. M.P

Lorine Tantalu, S.Pi., M.P., M.Sc,

Sudirman, S.TP., M.T

ISBN: 978-623-99722-5-7

Cover & Layout: Tim Forind

Diterbitkan oleh Forind

Jl. Raya Tlogomas 05 No. 24 Tlogomas

Malang Jawa Timur

Gizi Produk Agroindustri

Malang: Forind, 2023

15,5 x 23 cm

vii + 68 hlm

Cetakan Pertama: Agustus 2023

Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang memperbanyak buku ini sebagian atau seluruhnya, dalam bentuk dan dengan cara apa pun juga, baik secara mekanis maupun elektronik, termasuk fotokopi, rekaman, dan lain-lain tanpa izin tertulis dari penerbit.

## **PRAKATA PENULIS**

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan karunia dan rahmat-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan Buku Gizi Produk Agroindustri. Kami mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada Direktorat Riset, Teknologi, dan Pengabdian kepada Masyarakat (DRTPM) Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset, dan Teknologi yang telah mendanai penelitian PDUPT Tahun ke-2 di 2023, Universitas Tribhuwana Tunggaladewi, serta semua pihak yang telah memberikan kesempatan kepada kami untuk dapat menyusun buku ini.

Buku Gizi Produk Agroindustri ini berisi tentang aspek pengolahan bahan pangan hasil pertanian, kerusakan bahan, senyawa gizi, dan senyawa bioaktif. Di dalam buku ini juga dibahas mengenai hasil penelitian yang berkaitan dengan komponen gizi dan senyawa bioaktif dari biji tanaman legum dan kacang hitam lokal khas Pulau Lombok NTB.

Harapan kami, semoga Buku Gizi Produk Agroindustri ini dapat memberikan sumbangan informasi yang berguna dalam khasanah ilmu pengetahuan dan teknologi bidang pertanian secara, terutama tentang eksplorasi potensi lokal biji tanaman legum dan kacang hitam lokal yang dapat dimanfaatkan lebih lanjut sebagai bahan baku pangan fungsional.

Malang, Agustus 2023

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>PRAKATA PENULIS</b> .....	iii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	iv
<b>1. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1. Bahan Pangan Hasil Pertanian .....	1
1.2. Faktor-faktor yang Mempengaruhi bahan Pangan Hasil Pertanian .....	4
<b>2. KERUSAKAN BAHAN PANGAN HASIL PERTANIAN</b> <b>8</b>	
2.1. Jenis Kerusakan Bahan Pangan Hasil Pertanian	8
2.2. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Resiko Kerusakan Bahan Pangan .....	12
<b>3. PENGOLAHAN BAHAN PANGAN</b> .....	<b>34</b>
3.1. Aspek Dasar Pengolahan Bahan Pangan Hasil Pertanian .....	34
3.2. Pengawetan Bahan Pangan .....	37
3.3. Pengolahan Bahan Pangan .....	38
<b>4. PANGAN DAN GIZI</b> .....	<b>40</b>
4.1. Ruang Lingkup Pangan dan Gizi .....	40
4.2. Bahan dan zat pangan.....	42
4.3. Kebutuhan Gizi dan Kesehatan.....	43

<b>5. SENYAWA GIZI DAN BIAOKTIF LEGUM .....</b>	<b>45</b>
5.1. Senyawa Gizi .....	45
5.2. Senyawa Bioaktif .....	45
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>53</b>
<b>DAFTAR ISTILAH.....</b>	<b>61</b>
<b>PROFIL PENULIS .....</b>	<b>67</b>

Dr.T. Wahyu Mushollaeni, S.Pi., MP

Dr. Atina Rahmawati, STP. MP

Lorine Tantalu, S.Pi., MP., M.Sc

Sudirman, S.TP., M.T

## **GIZI PRODUK AGROINDUSTRI**

SELAMAT MEMBACA...!!!





# PENDAHULUAN

## 1.1. Bahan Pangan Hasil Pertanian

Umumnya bahan makanan bersifat mudah rusak (*perishable*). Buah-buahan dan sayuran setelah dipanen akan mengalami perubahan-perubahan fisiologis yang disertai perubahan fisik, kimia dan mikrobiologi. Kerusakan pangan tersebut merupakan akibat perubahan-perubahan fisiologis tersebut. Proses pematangan alamiah pada buah dan sayuran akibat respirasi yang terus berlanjut setelah pemetikan saat panen. Pematangan terus berlangsung hingga bahan pangan menjadi layu dan tidak dapat dimakan.

Sewaktu berespirasi (bernapas), bahan makanan menyerap oksigen dan mengeluarkan karbondioksida. Buah dan sayuran menjadi masak sewaktu sel bernapas. Proses ini membutuhkan oksigen. Bahan makanan itu menjadi layu jika terus mengambil oksigen meskipun sudah masak. Maka, jika kadar oksigen rendah, proses respirasi berkurang dan memperlambat proses pematangan. Penyebab lain kerusakan bahan adalah akibat mikroorganisme semacam bakteri,

jamur dan cendawan. Mikroorganismenya itu dapat menyerang makanan dan menyebabkan pembusukan. Proses ini dapat terjadi pada segala jenis makanan. Selama ribuan tahun, ilmuwan dan juru masak telah mengembangkan sejumlah cara pengawetan guna mencegah proses kerusakan bahan pangan tersebut.

Mikroorganismenya yang membusukkan makanan hanya tumbuh dalam keadaan tertentu, antara lain adanya oksigen (aerobik), kelembaban dan suhu. Karena itu diperlukan cara untuk menghancurkan mikroorganismenya tersebut. Menyimpan makanan pada suhu rendah (pada lemari es atau lemari beku) atau mensterilkannya dengan pemanasan akan menunda pembusukan. Metode pengawetan lain, yaitu dengan kemasan hampa udara atau penyimpanan dengan sejumlah karbondioksida dapat mengurangi sentuhan bahan pangan dengan oksigen. Dengan demikian mengurangi kecepatan pelayuan dan pertumbuhan bakteri. Teknik lain ialah pengeringan makanan dan pengawetan dengan garam atau gula.

Sebagian besar bahan pangan merupakan hasil pertanian. Hasil pertanian dapat berupa produk pangan maupun non pangan. Hasil pertanian, dapat berupa:

1. Tanaman pangan, seperti aneka umbi dan sereal
2. Hasil ternak, seperti daging sapi dan ayam
3. Hasil perikanan, seperti aneka jenis ikan dan udang

Hasil pertanian merupakan bahan yang bersifat biologis, yang mudah rusak dan busuk. Bahan ini merupakan

bahan biologis yang dipengaruhi oleh lingkungan. Lingkungan di sekitar bahan pangan ini merupakan faktor intrinsik yang sangat mempengaruhi kondisi bahan pangan setelah panen. Berdasarkan sifat mudah rusak ini, maka bahan pangan perlu dilakukan penanganan pasca panen atau pengolahan dengan metode tertentu sehingga bahan pangan tersebut lebih tahan lama dan mempunyai nilai tambah baik secara sosial maupun secara ekonomi.

Bahan pangan hasil pertanian, sekarang ini, merupakan hasil dari domestikasi dari komoditi hasil pertanian yang dilakukan secara bertahap, yang kemudian diikuti juga dengan perkembangan ilmu pemuliaan tanaman, misalnya buah tomat yang dijumpai sekarang berbeda dengan buah tomat jaman dulu yang hanya terdiri dari satu jenis tomat, sedangkan sekarang ada tomat jenis cherry dan tomat jenis besar yang kandungan vitaminnya lebih banyak dan dapat diatur. Ada pula jenis buah semangka tanpa biji, yang merupakan hasil pemuliaan tanaman dan dapat memenuhi permintaan konsumen yang membutuhkan kepraktisan. Masing-masing komoditi hasil pertanian, mempunyai daerah asal (*center of origin*) pertama kali tanaman tersebut tumbuh atau ditemukan, misalnya jagung yang berasal dari Mexico.

## 1.2. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Bahan Pangan Hasil Pertanian

Bahan pangan hasil pertanian merupakan bahan biologis yang dipengaruhi oleh lingkungan. Selain itu, juga dipengaruhi oleh faktor-faktor lainnya yang berasal dari bahan pangan itu sendiri. Faktor-faktor yang mempengaruhinya yaitu:

1. Faktor ekstrinsik

Lingkungan merupakan faktor ekstrinsik yang sangat berpengaruh terhadap kualitas bahan pangan hasil pertanian, sehingga hasil pertanian mempunyai sifat mudah rusak (*perishable*). Faktor ini antara lain yaitu  $O_2$ , RH, suhu, mikroba, dan insekta.

2. Faktor intrinsik

Faktor ini merupakan faktor yang berasal dari dalam hasil pertanian itu sendiri yaitu komponen-komponen dalam bahan pangan seperti kandungan air. Adanya air bahan pangan dapat mempengaruhi terjadinya reaksi enzimatik dan enzim yang ada dapat memecah komponen bahan pangan sehingga berpengaruh terhadap kualitasnya.

Tiga tingkatan *perishable foods*, yaitu:

1. *Highly perishable*

Bahan pangan yang termasuk tipe ini mempunyai sifat sangat mudah rusak, daya tahannya hanya 1-2 hari.

Hal tersebut dikarenakan adanya kadar air tinggi, kandungan enzim tinggi, kadar protein tinggi, contohnya adalah asparagus dan kecambah.

2. *Moderately perishable*

Bahan pangan yang termasuk tipe ini mempunyai sifat tidak terlalu mudah mengalami kerusakan karena meskipun kadar airnya masih tinggi tetapi kandungan enzimnya tidak terlalu banyak, sehingga daya tahannya mencapai 1-2 minggu. Contohnya adalah jenis buah-buahan seperti mangga

3. *Slightly perishable*

Bahan pangan jenis ini tidak mudah rusak karena kadar enzim dan airnya yang rendah, sehingga daya tahannya bias mencapai 1-2 bulan.

Namun demikian, teknologi pengolahan bahan pangan tidak akan mampu memperbaharui kualitas bahan baku, sehingga banyak dilakukan rekayasa pada bahan baku tersebut, misalnya jagung mempunyai kandungan lisin yang rendah, padahal lisin merupakan salah satu asam amino yang sangat dibutuhkan tubuh, sehingga dilakukan rekayasa untuk meningkatkan kandungan lisinnya.

Istilah hasil pertanian sering diidentikkan dengan bahan pangan. Hal ini disebabkan oleh persamaan keduanya yang merupakan bahan biologis.

Bahan tersebut berarti bahan ini merupakan bahan hidup dan khususnya tanaman pangan masih melakukan metabolisme. Metabolisme dibagi dua yaitu:

1. Anabolisme

Suatu kegiatan yang menghasilkan sintesa-sintesa baru dan yang menghasilkan enzim. Yang bersifat dominan dalam tahap ini adalah kondisi pra panen atau sebelum panen

2. Katabolisme

Suatu kegiatan perombakan-perombakan yang makin lama hasil yang dirombak makin habis. Yang paling dominan pada tahap ini adalah kondisi pasca panen. Kehidupan pasca panen khususnya tanaman, sangat tergantung pada suplai komponen yang masih ada pada bahan tersebut.

Istilah penting dalam pangan yaitu:

1. Pengawetan (*preservation*)

Bertujuan untuk memperpanjang daya simpan, misalnya proses pengeringan bahan pangan sehingga dapat menurunkan kadar airnya

2. Pengolahan (*processing*)

Bertujuan untuk meningkatkan daya guna dan daya simpan bahan pangan, sehingga dikenal adanya Pohon Industri.

Pohon industri yaitu suatu skema atau diagram alir dari satu bahan pangan dapat dihasilkan bermacam-macam produk yang mungkin dihasilkan, misalnya dari jagung dapat dihasilkan pati, gula jagung, permen jagung. Semakin bahan pangan itu diolah, maka akan semakin tinggi nilai tambahnya.

# KERUSAKAN BAHAN PANGAN HASIL PERTANIAN

## 2.1. Jenis Kerusakan Bahan Pangan Hasil Pertanian

Bahan pangan terutama hasil pertanian, selama proses pendistribusian ke konsumen, dapat mengalami kerusakan. Kerusakan yang terjadi sebagian besar disebabkan penanganan yang salah baik karena proses alamiah maupun tindakan manusia. Kerusakan bahan pangan ini berkisar 30 - 40%, sehingga untuk mengurangi terjadinya kerusakan ini diperlukan teknologi tepat guna. Kerusakan pada bahan pangan hasil pertanian, antara lain yaitu:

1. Kerusakan fisiologis

Suatu kerusakan yang disebabkan oleh reaksi fisiologis dalam bahan pangan itu sendiri, misalnya karena kadar air yang tinggi, enzim yang ada dan suhu penyimpanan

2. Kerusakan mikrobiologis

Suatu kerusakan yang disebabkan oleh adanya mikrobia yang dapat merombak komponen dalam bahan pangan atau menghasilkan suatu metabolit. Kerusakan tersebut dapat mengubah komposisi kimia dalam bahan pangan



tersebut, misalnya jenis bakteri, ragi dan jamur. Makin tinggi kadar air bahan pangandapat menjadi faktor yang dapat mendorong pertumbuhan jenis mikrobia tersebut.

3. Kerusakan karena faktor mekanis

Kerusakan ini akan mendorong sel-sel pada hasil pertanian menjadi pecah, sehingga mengakibatkan terjadinya retak dan memar serta kondisi ini akan mendorong masuknya mikrobia ke dalam bahan tersebut sehingga akan menambah tingkat kerusakan yang terjadi.

4. Kerusakan fisis

Kerusakan ini disebabkan oleh kondisi lingkungan sekitar bahan pangan, misalnya pengaruh suhu lingkungan dan kelembaban.

5. Kerusakan kimia

Kerusakan ini juga disebabkan oleh pengaruh lingkungan di sekitar bahan pangan, namun kerusakan ini mengarah kepada berubahnya komponen kimia yang ada dalam bahan akibat terjadinya reaksi kimia. Akibat adanya reaksi kimia ini, perubahan yang terjadi dapat terlihat dari luar bahan pangan maupun tidak tampak jika tidak dilakukan analisa kimia terhadap bahan tersebut, misalnya berkurangnya vitamin C akibat masuknya oksigen ke dalam buah.

6. Kerusakan biologis

Kerusakan ini sebagian besar disebabkan oleh serangga, ulat dan tikus.

7. Kerusakan karena proses

Kerusakan ini disebabkan oleh berbagai kesalahan yang terjadi selama proses pengolahan bahan pangan, misalnya

pada pembuatan makanan dalam kaleng, terjadi kerusakan termometer atau terjadi kesalahan dalam perhitungan suhu, maka akan terjadi *loss* gizi dan tekstur produk menjadi lembek atau bahkan hancur.

Berdasarkan jenis-jenis kerusakan tersebut, dapat dikelompokkan pengaruh jenis kerusakannya menjadi dua macam yaitu:

1. Kerusakan yang berasal dari luar, misalnya karena mikroba, suhu, cahaya, RH.
2. Kerusakan yang berasal dari dalam, misalnya enzim dan komponen alami dalam bahan pangan.

Penerapan teknologi dalam pengolahan bahan pangan hasil pertanian, harus memperhatikan komponen bahan bakunya. Teknologi yang dimaksud adalah gabungan antara ilmu dan keteknikan yang diterapkan secara tepat guna dalam suatu sistem. Sedangkan dalam pengolahan hasil pertanian, yang dimaksud dengan teknologi pengolahannya adalah gabungan antara ilmu dan keteknikan yang diterapkan secara tepat guna dalam suatu sistem penanganan dan pengolahan bahan pangan hasil pertanian. Penerapan teknologinya harus tepat guna secara teknis dan sesuai dengan kondisi sosial budaya yang ada.

Dampak positif adanya teknologi ini yaitu:

1. Meningkatkan daya simpan dan daya awet bahan pangan
2. Meningkatkan ketersediaan bahan pangan
3. Meningkatkan nilai tambah bahan pangan, dalam bentuk ekonomis dan sosial misalnya penciptaan lapangan kerja baru
4. Mendorong terbentuknya industri non hasil pertanian, misalnya dalam pengolahan ubi kayu menjadi produk gula cair, yang pengemasan gula cair ini membutuhkan penanganan khusus seperti kemasan plastik tertentu, sehingga dari pengolahan ini diperlukan industri lain yang mampu mengolah plastik yang cocok untuk mengemas gula cair tersebut.

Dampak negatif dari penerapan teknologi jika teknologi yang digunakan tidak tepat guna yaitu:

1. Munculnya pencemaran lingkungan, misalnya pencemaran karena limbah industri mengandung logam berat dan penggunaan bahan kimia tertentu yang sulit untuk diuraikan oleh proses alamiah lingkungan.
2. Munculnya penyalahgunaan teknologi, seperti penggunaan bahan pewarna dan pengawet makanan yang tidak *food grade* atau menyalahi aturan badan pengawas kesehatan dan keamanan makanan misalnya borax, formalin dan bahan pewarna tekstil.

3. Munculnya gejala sosial yang ada akibat adanya penggunaan teknologi dan mesin-mesin pengolahan sehingga meningkatkan efisiensi proses pengolahan namun dengan adanya hal ini justru akan menurunkan jumlah tenaga kerja yang terserap dalam industri.

## **2.2.Faktor-faktor yang Mempengaruhi Resiko Kerusakan Bahan Pangan**

Faktor-faktor yang mempengaruhi resiko kerusakan bahan pangan hasil pertanian, yaitu :

1. Intrinsik

Faktor yang berasal dari dalam bahan pangan, misalnya  $a_w$ , kadar air, tingkat kedewasaan, struktur atau konstruksi bahan serta sifat-sifat lain yang ada dalam bahan pangan itu sendiri, misalnya keberadaan jenis enzim tertentu yang dapat mendorong terjadinya perubahan komposisi kimia dan struktur bahan pangan.

- a. Enzim

Enzim mempunyai peranan yang sangat penting dalam industri pangan, terutama dalam proses pengolahan bahan pangan itu sendiri maupun dalam mempertahankan stabilitas pangan tersebut. Jenis-jenis enzim endogen seperti enzim pada susu, dapat membantu dalam proses pengolahan susu menjadi keju. Selain itu, keberadaan enzim endogen ini ternyata dapat meningkatkan daya simpan dari keju.

Namun tidak semua enzim endogen dapat menguntungkan selama proses pengolahan bahan pangan. Beberapa jenis enzim endogen ternyata dapat mengakibatkan terjadinya pencoklatan (*browning*) pada bahan pangan. Enzim ini dikenal sebagai enzim *polyphenol oxidase*.

Hampir semua enzim, mempunyai aktivitas optimal pada suhu 30°C sampai dengan 40°C dan terjadi denaturasi mulai pada suhu 45°C. Namun terjadinya inaktivasi pada enzim ini, juga berguna sebagai cara untuk mengukur keberhasilan suatu proses pengolahan dengan menggunakan panas, seperti pada proses *blanching* buah dan sayur dengan menggunakan pemanasan atau pengukusan, yang mempunyai tujuan untuk menginaktifkan berbagai enzim yang dapat mengakibatkan terjadinya kerusakan atau timbulnya warna yang tidak diinginkan. Pemanasan dapat menginaktifkan enzim *fenolase*, *klorofilase*, *katalase*, *peroksidase* dan *asam askorbat oksidase*.

Perubahan pH dapat mengakibatkan terjadinya denaturasi enzim sehingga dapat berakibat pada hilang atau berkurangnya aktivitas enzim itu sendiri. Enzim menunjukkan suatu aktivitas yang maksimum pada kisaran pH yang disebut sebagai pH optimum. Kisaran pH optimum tersebut adalah 4,5 sampai dengan 8,0.

Enzim yang berada di sekitar pH optimum enzim mempunyai stabilitas yang tinggi. Pada makanan kering atau kue kering, keaktifan enzim lebih banyak dipengaruhi oleh  $a_w$  bahan dan kelembaban udara di sekitarnya.

b. Kadar air

Keberadaan air dalam bahan pangan hasil pertanian adalah berkisar 25 – 95%. Kandungan air yang tinggi ini dicapai oleh jenis buah-buahan berkadar air tinggi seperti semangka yaitu sekitar 95%. Kadar air alami terendah, dimiliki oleh jenis biji-bijian golongan *leguminosae*. Dampak positif adanya air dalam bahan pangan adalah sebagai pelarut bahan yang dapat meningkatkan cita rasa ketika diolah serta sebagai pembawa vitamin dan mineral yang sangat dibutuhkan tubuh. Sedangkan dampak negatif adanya air dalam bahan pangan adalah sebagai media tumbuh mikroba serta dapat meningkatkan reaksi kimia dan enzimatis.

Kandungan air bebas dalam bahan pangan dapat dijadikan sebagai media hidup bagi mikroba terutama bagi bakteri. Kandungan  $a_w$  bahan yang dianggap aman dari gangguan bakteri, ragi dan jamur adalah pada  $a_w$  0,70.

Sebagian besar enzim yang ada dalam bahan pangan adalah bersifat hidrolase yang membutuhkan air dalam reaksinya untuk menghidrolisis produk. Oleh karenanya, jika produk mempunyai kandungan air yang tinggi dapat mendorong kerja enzim untuk mendegradasi produk dan berakibat pada percepatan kerusakan produk.

### c. Protein

Protein ialah suatu poliamida dan ikatan amidanya (-CONH-) disebut ikatan peptida yang menghubungkan dua unit asam amino. Protein adalah salah satu biomakromolekul yang penting perannya dalam makhluk hidup. Fungsi dari protein itu sendiri secara garis besar dapat dibagi ke dalam dua kelompok besar, yaitu sebagai bahan struktural dan sebagai mesin yang bekerja pada tingkat molekular. Struktur protein terbagi menjadi empat yaitu: primer, sekunder, tertier, kuarternner.

Sifat protein yang berperan pada bahan pangan:

1. Hidrasi protein: *water binding capacity*, *water holding capacity* (WHC).
2. Kelarutan:
  - a. peran: pengental, pengemulsi, *foaming*, *gelling*
  - b. factor: *hidrofobicity* dan *ionic repulsion*
3. Denaturasi protein
  - a. Faktor

- b. Efek terhadap sifat fungsional yaitu: kelarutan, *water holding capacity*, viskositas, rentan terhadap proteolitik.

Terjadinya denaturasi protein pada pangan, mengakibatkan kelarutan protein menurun, viskositas meningkat, koagulasi, presipitasi, kapasitas penjerapan air menurun sehingga tekstur akan berubah dan rentan terhadap enzim proteolitik.

#### 4. Gel Protein

Gel protein adalah agregasi dari molekul-molekul protein terdenaturasi dengan keteraturan tertentu sehingga dihasilkan jaringan yang kontinyu. Proses pembentukan gel protein disebabkan oleh dua hal yaitu:

1. Denaturasi
2. Agregasi (pada saat didinginkan)
  - a. Pro-gel (jika bersifat *reversibel*)
  - b. Ikatan silang dalam rantai protein
  - c. Akibatnya: absorpsi air protein eksterior dan interior

Faktor yang mempengaruhi pembentukan gel protein yaitu suhu (T), pH, garam, konsentrasi protein. Sifat gel protein adalah mempunyai viskositas tinggi, elastis, plastis dan efek sineresis.

Kekuatan gel protein merupakan kemampuan



protein dengan berat molekul tertentu untuk membentuk gel dengan mengikat sejumlah air pada kondisi tertentu. Faktor yang mempengaruhi kekuatan gel protein yaitu konsentrasi protein, suhu, pH (perlu dikendalikan), agitasi dan berat molekul (MW). Perubahan pada struktur akan mempengaruhi fungsi dari protein.

Kerusakan protein pada pengolahan susu dapat berupa terbentuknya pigmen coklat (melanoidin) akibat reaksi Maillard. Reaksi Maillard adalah reaksi pencoklatan non enzimatis yang terjadi antara gula dan protein susu akibat proses pemanasan yang berlangsung dalam waktu bubuk. Reaksi pencoklatan tersebut menyebabkan menurunnya daya cerna protein.

Proses pemanasan susu dengan suhu tinggi dalam waktu yang cukup lama juga dapat menyebabkan terjadinya rasemisasi asam-asam amino yaitu perubahan konfigurasi asam amino dari bentuk L ke bentuk D. Tubuh manusia umumnya hanya dapat menggunakan asam amino dalam bentuk L. Dengan demikian proses rasemisasi sangat merugikan dari sudut pandang ketersediaan biologis asam-asam amino di dalam tubuh. Reaksi pencoklatan (Maillard) dan rasemisasi asam amino telah berdampak kepada menurunnya ketersediaan lisin pada produk-produk olahan susu.

#### d. Karbohidrat

Karbohidrat adalah sebuah senyawa organik yang

terdiri dari zat-zat: karbon, hidrogen, dan oksigen. Senyawa ini terdiri atas satu molekul gula sederhana atau lebih. Sakarida yang terdiri dari satu molekul aldehyd atau keton disebut monosakarida. Glukosa dan manosa adalah monosakarida.

Monosakarida dapat bergabung melalui ikatan asetal atau ikatan glikosida membentuk disakarida, trisakarida, tetrasakarida atau polisakarida. Oligosakarida terdiri dari beberapa unit sakarida, berbeda dengan polisakarida yang terdiri dari ribuan unit sakarida yang sama atau yang berbeda. Sakarida yang mengandung aldehyd digolongkan sebagai aldosa, sedangkan yang terdiri dari ketos digolongkan sebagai ketosa.

Glukosa disebut juga aldoheksosa dan fruktosa sebagai ketoheksosa. Keduanya mengandung enam atom karbon. Ribosa adalah aldopentosa karena mempunyai lima atom karbon.

Karbohidrat merupakan bahan makanan penting dan sumber tenaga yang terdapat dalam tumbuhan dan daging hewan. Merupakan komponen penyusun pangan terbesar setelah air. Beberapa karbohidrat yang banyak terdapat dalam pangan adalah glukosa, fruktosa, sukrosa, maltosa dan laktosa. Bahan-bahan makanan yang mengandung karbohidrat, antara lain adalah beras, kentang dan terigu.

Senyawa disakarida kebanyakan diperoleh dari hasil hidrolisis sebagian dari polisakarida. Sukrosa disebut juga gula meja, yang diperoleh dari tebu atau beet. Sifatnya bukan gula pereduksi, proses pemanasannya menghasilkan karamel dan dapat difermentasi. Gula invert adalah hasil hidrolisis sukrosa dengan asam, panas atau dengan invertase (perbandingan glukosa : fruktosa = 1 : 1).

Manfaat sukrosa dalam pengolahan pangan, misalnya pada proses fermentasi yaitu pembuatan roti dan pakan ternak, pembuatan *brown sugar yang berupa kristal gula putih yang diberi perlakuan dengan molase*, pembuatan gula bubuk yang diproses dari bubuk sukrosa yang mengandung 3% tepung jagung sebagai *anticaking agent* serta pembuatan gula *fondant* untuk hiasan kue atau permen yang dibuat dari kristal sukrosa yang sangat halus diselaputi larutan jenuh gula invert, sirup jagung, maltodextrin.

Maltosa jarang diproduksi oleh tanaman, hasil hidrolisis tepung oleh enzim  $\alpha$ -amilase (bakteri *Bacillus*) dan merupakan senyawa antara pada proses fermentasi. Sifat maltosa sebagai gula pereduksi, dapat mengalami mutarotasi dan dapat dihidrolisis oleh asam, panas atau maltase. Manfaatnya sebagai sirup jagung dan kombinasi pemanis.

Laktosa adalah gula yang paling tidak manis, bersifat paling sukar larut, digunakan sebagai pembawa senyawa pewarna atau senyawa pembangkit rasa (adsorpsi), tidak dapat difermentasi oleh kapang, mampu bereaksi dengan protein membentuk reaksi pencoklatan, merangsang adsorpsi nutrisi di usus halus dan menyebabkan waktu tinggal kalsium lebih lama. Laktosa dapat membentuk kristal yang tidak selalu diinginkan terjadi pada produk pangan seperti kristalisasi laktosa pada es krim.

Manfaat dan sifat polisakarida dalam pangan yaitu mengatur dengan menurunkan mobilitas air pada sistem bahan pangan, air dapat mengubah sifat fisik dan fungsional polisakarida, bersama-sama air dapat mengubah sifat fungsional bahan pangan. Peran tepung dalam bahan pangan adalah *adhesive (bread)*, *binding (formed meats)*, *clouding (cream fillings)*, *dusting (bread)*, *film forming*, *foam strengthening (marshmallows)*, *gelling (gum drops)*, *glazing (nuts)*, *moisture retaining (breading)* dan *thickening (soups)*.

e. Lemak

Kegunaan lipid pada bahan pangan adalah sebagai penambah rasa dan tekstur, medium penggorengan dan kepuasan.

Penggolongan lipid yaitu:

1. Lipid sederhana atau trigliserida: lemak, minyak, *wax*
2. Lipid kompleks : glikolipid, fosfolipid, lipoprotein
3. Turunan lipid : *sterols, carotenoids, terpens*

Sifat fisik lipid yang berhubungan dengan sifat fungsional lipid yaitu :

1. Plastisitas lemak (*fat*)
2. Titik leleh
3. Polimorfisme
4. Massa jenis
5. Titik asap minyak

Contoh bahan pangan nabati yang mengandung lemak adalah aneka jenis kacang (*beans*) dan *nuts*. Jenis lemak yang terdapat dalam aneka jenis kacang tersebut termasuk jenis lemak tak jenuh. Sebagai contohnya adalah kacang hitam lokal asal Pulau Lombok Nusa Tenggara Barat. Berdasarkan hasil penelitian Mushollaeni and Tantalulu (2022), kadar lemak kacang hitam dalam bentuk utuh adalah 0,97%, sedangkan setelah diolah menjadi bubuk tanpa proses pre-mikroenkapsulasi menjadi 0,88%.

Perlakuan proses pre-mikroenkapsulasi dan tahapan ekstraksi, kadar lemaknya memperlihatkan peningkatan yang signifikan yaitu berada pada kisaran 13,593-24,235%. adanya peningkatan kadar lemak pada ekstrak disebabkan oleh banyaknya senyawa asam lemak sederhana hasil hidrolisis akibat proses pengolahan yang dilakukan, sehingga meningkatkan total asam lemak produknya.

Oksidasi lipida (minyak dan lemak) merupakan penyebab terbesar kerusakan mutu makanan. Terjadinya oksidasi lipida dapat mengawali perubahan-perubahan lain dalam makanan yang berdampak pada mutu nutrisi, keamanan, wama, flavor dan tekstur makanan. Salah satu cara efektif untuk mencegah kerusakan oksidatif tersebut adalah penggunaan antioksidan. Antioksidan merupakan senyawa yang dapat menghambat terjadinya kerusakan oksidatif lipida, namun tidak dapat memperbaiki produk makanan yang telah teroksidasi. Ada beberapa macam antioksidan yang diizinkan untuk makanan, baik dari jenis antioksidan sintetis (*Butil Hidroksi Anisol/BHA*, *Butil Hidroksi Toluen/BHT*) maupun antioksidan alami (ekstrak daun *Rosemary*).

Antioksidan sintetis yang diproduksi secara reaksi kimia dianggap kurang aman, maka konsumen cenderung mencari antioksidan alami yang dipandang lebih aman karena diperoleh dari ekstrak bahan alami.

Semakin meningkatnya permintaan antioksidan alami, mendorong banyak peneliti untuk terus menggali dan mencari lebih jauh bahan pangan yang dapat menjadi sumber antioksidan alami.

Bahan pangan hasil pertanian yang dapat menjadi sumber antioksidan alami, misalnya rempah-rempah, teh, coklat, dedaunan, biji-bijian sereal, sayur-sayuran, enzim dan protein. Kebanyakan sumber antioksidan alami adalah tumbuhan dan umumnya merupakan senyawa fenolik yang tersebar di seluruh bagian tumbuhan, baik di kayu, biji, buah, daun, akar, bunga maupun serbuk sari. Salah satu bahan pangan yang menarik untuk diteliti sebagai salah satu sumber komponen aktif antioksidan adalah biji buah Atung (*Parinarium glaberrimum Hassk*).

## 2. Ekstrinsik

Faktor yang berasal dari luar bahan pangan yaitu suhu ruang penyimpanan, kelembaban, kandungan oksigen, jumlah dan jenis mikroorganisme, cara penyimpanan serta kondisi cahaya. Pada metode penyimpanan *bulk*, dapat terjadi timbunan panas dan tingkat aerasi yang rendah sehingga mendorong bahan pangan lebih cepat busuk.

### a. Mikroba

Kerusakan karena faktor mikrobiologis disebabkan oleh jenis bakteri, ragi dan jamur.

Keberadaannya diuntungkan apabila terdapat nutrisi dan kadar air yang cukup untuk mendukung pertumbuhannya. Semakin tinggi kadar air suatu bahan pangan maka akan meningkatkan pertumbuhan ketiganya. Hasil pertanian mengandung 25-95 % air.

Ketersediaan air ini berhubungan dengan  $a_w$  bahan, karena adanya air bebas ini dapat menunjukkan ketersediaan air dalam bahan pangan yang dapat digunakan untuk pertumbuhan mikroba. Nilai  $a_w$  yang dibutuhkan oleh beberapa jenis mikroba, dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai  $a_w$  yang dibutuhkan oleh beberapa jenis mikroba

No.	Jenis Mikroba	$a_w$
1	Bakteri	> 0.90
2	Ragi	0.88
3	Kapang	0.80
4	Bakteri halofilik	0.75
5	Bakteri xerofilik	0.65
6	Bakteri osmofilik	0.61

Berdasarkan syarat suhu untuk pertumbuhannya, mikroba dapat dibedakan menjadi tiga yaitu:

1. Psikrofilik

Mikroba psikrofilik mempunyai suhu pertumbuhan optimum adalah 10 - 15°C



## 2. Mesofilik

Mikroba mesofilik mempunyai suhu pertumbuhan optimum adalah 25°C

## 3. Termofilik

Mikroba termofilik mempunyai suhu pertumbuhan optimum adalah 30 – 40°C. Jenis mikroba ini adalah jenis yang paling berbahaya karena dalam kondisi tertentu dapat menghasilkan racun dan membentuk spora atau kapsul.

Pada kondisi dimana mikroba membentuk suatu lapisan kulit yang keras saat kondisinya tidak memungkinkan untuk berkembang biak atau pada saat mikroba tidak mampu bertahan terhadap kondisi lingkungan yang merugikan maka akan membentuk kapsul atau kapsula yang akan melindungi dirinya terhadap perubahan faktor luar yang dapat membahayakan kehidupannya. Mikroba dapat menghasilkan racun untuk melindungi dirinya terhadap gangguan makhluk hidup lain yang membahayakan dirinya atau menghasilkan racun sebagai hasil dari metabolismenya.

Racun yang diproduksi mikroba harus diwaspadai keberadaannya dalam bahan pangan atau dalam produk jadi karena akan sangat membahayakan kesehatan konsumen serta proses pembentukannya harus dapat dicegah dengan memberikan kondisi yang tidak cocok untuk dihasilkannya racun tersebut.

Proses pengolahan yang tepat tidak memungkinkan bagi mikroba untuk membentuknya. Berdasarkan kebu-

tuhan terhadap oksigen, jenis mikroba dapat dibedakan menjadi tiga yaitu:

1. Aerobik  
Golongan mikroba ini sangat membutuhkan oksigen, jika tidak ada oksigen maka akan mati.
2. An aerobik  
Golongan ini tidak membutuhkan oksigen untuk mendukung kehidupannya, sehingga jika ada oksigen maka mikroba ini akan mati.
3. Fakultatif  
Mikroba dalam golongan ini dapat hidup dengan atau tanpa keberadaan oksigen dalam lingkungannya.

Kondisi lingkungan juga dapat menjadi salah satu syarat bagi pertumbuhan mikroba, diantaranya:

1. Osmofilik  
Mikroba ini dapat hidup dan tumbuh pada kadar gula yang tinggi
2. Halofilik  
Mikroba jenis ini dapat tumbuh dan berkembang pada media dengan kandungan garam yang tinggi.
3. Asidurik  
Mikroba yang dapat tumbuh dengan baik pada kondisi lingkungan yang asam. Kehidupan jenis bakteri, jamur dan ragi juga mensyaratkan adanya nutrisi tertentu dalam lingkungannya.

Bakteri dapat tumbuh dengan baik pada kondisi lingkungan yang mengandung jumlah protein, air dan karbohidrat yang cukup banyak. Sedangkan bagi jamur dan ragi, masing-masing cukup mensyaratkan adanya karbohidrat dan gula dalam jumlah yang cukup tinggi.

b. Oksigen

Keberadaan oksigen di lingkungan bahan pangan terutama yang berlemak tinggi mengakibatkan rentannya terjadi oksidasi lemak dan ketengikan. Oksidasi lipid biasanya melalui proses pembentukan radikal bebas yang terdiri dari tiga proses dasar yaitu tahap inisiasi, propagasi dan terminasi. Pada tahap awal reaksi terjadi pelepasan hidrogen dari asam lemak tidak jenuh secara homolitik sehingga terbentuk radikal alkil.

Terjadinya kondisi tersebut disebabkan karena adanya inisiator (panas, oksigen aktif, logam atau cahaya). Pada keadaan normal radikal alkil cepat bereaksi dengan oksigen membentuk radikal peroksi dimana radikal peroksi ini bereaksi lebih lanjut dengan asam lemak tidak jenuh.

Reaksi tersebut membentuk hidroproksida dengan radikal alkil, kemudian radikal alkil yang terbentuk ini bereaksi dengan oksigen. Dengan demikian reaksi autoksidasi adalah reaksi berantai radikal bebas. Karena laju reaksi antara radikal alkil dengan oksigen cepat, maka kebanyakan radikal bebas berbentuk radikal peroksi. Akibatnya, reaksi terminasi utama biasanya melibatkan 2 radikal peroksi. Laju oksidasi meningkat dengan meningkatnya jumlah ikatan rangkap pada asam lemak.

c. Suhu

Pada umumnya kenaikan suhu akan diikuti oleh kenaikan kecepatan reaksi kimia. Pada umumnya, enzim bekerja sangat lambat pada suhu titik beku, namun keaktifannya akan meningkat sampai pada suhu 45°C. Pengaruh suhu terhadap kecepatan reaksi enzim dapat disebut sebagai  $Q_{10}$ .  $Q_{10}$  sama dengan 2 berarti bahwa kecepatan reaksi enzim akan meningkat hingga dua kali lipat untuk setiap kenaikan suhu 10°C.

Penyimpanan dingin pada lemari es atau refrigerator dapat mengurangi kerusakan makanan dan memperlambat proses pelayuan. Suhu dingin juga membatasi tumbuhnya bakteri yang merugikan.

Upaya lain dengan pembekuan makanan berarti 'mematiskan' makanan dalam keadaan hidup yang tertunda. Pernapasan dan proses pelayuan terhenti, dan suhu dingin akan menghentikan pertumbuhan bakteri. Selanjutnya, proses pendinginan, misalnya penyimpanan di lemari pendingin dapat mempertahankan kesegaran buah dan sayur. Namun perlu diketahui bahwa pendinginan tidak dapat menghilangkan atau membunuh mikroorganisme patogen.

Penyimpanan di refrigerator hanya efektif untuk menghambat aktivitas dan pertumbuhan mikroorganisme patogen, sehingga sebelum buah dan sayur disimpan dalam refrigerator, proses pencucian sangat diperlukan. Setelah dicuci, buah atau sayur dikeringkan dengan lap bersih dan dimasukkan ke refrigerator.

Kontaminasi silang dapat terjadi selama proses penyimpanan dingin, terutama bila kita mencampur buah atau sayur yang masih segar dengan yang sudah mulai rusak. Oleh karena itu pemisahan antara buah atau sayur yang segar dengan yang mulai layu atau busuk dalam refrigerator hendaknya diperhatikan.

d. Serangga perusak

Adanya serangga perusak atau tikus dan hewan perusak lainnya, mengakibatkan percepatan tingkat kerusakan bahan pangan.

Keberadaannya dapat merusak fisik bahan pangan,

selain itu hasil metabolitnya juga akan berfungsi sebagai media pertumbuhan mikroba pembusuk dan jika masuk ke dalam bahan pangan juga akan menurunkan nilai keamanan pangannya. Jika hasil metabolit tersebut digunakan sebagai media hidup mikroba, tentunya mikroba akan menggunakan komponen dalam bahan pangan tersebut untuk mendukung pertumbuhannya, sehingga kerusakan bahan akan lebih cepat.

e. Kondisi penyimpanan

Mengendalikan pembusukan merupakan hal yang membuat makanan memiliki kondisi yang tidak nyaman bagi pertumbuhan mikroorganisme yang merugikan. Dengan cara menurunkan kadar air, menurunkan suhunya dan meningkatkan keasaman merupakan cara yang baik untuk ditempuh untuk mencegah pembusukan. Cara penyimpanan makanan melalui berbagai proses pengolahan merupakan hal utama untuk mencegah kerusakan.

Kondisi lingkungan yang terkontrol dapat menentukan mutu dan aspek mikrobiologi. Bakteri patogen dalam makanan tidak dapat tumbuh di luar kisaran suhu antara 40-60°C.

Oleh karenanya, makanan yang disimpan pada suhu di bawah 40°C atau >60°C akan aman dari proses pembusukan/pelayuan.

Bahan makanan sebelum diolah harus disimpan pada lemari pendingin. Bahan-bahan yang mudah rusak harus didinginkan dan suhu lemari pendingin harus diperiksa secara teratur. Bahan-bahan makanan yang sudah dimasak sebaiknya dimakan setelah 1 - 2 jam pemasakan. Apabila akan disimpan harus dimasukkan ke dalam lemari es secepatnya, jangan dibiarkan di luar semalaman agar menjadi dingin sebelum dimasukkan ke dalam lemari pendingin.

Khusus untuk produk daging dan ayam yang telah dimasak, jika pemasakannya kurang baik maka memungkinkan bakteri jenis *Salmonella* dan *Clostridium perfringens* masih hidup. Bahan-bahan pangan yang harus disimpan dalam keadaan panas (misalnya di restoran yang disajikan selalu panas), harus diperhatikan agar suhu penyimpanan di atas 60°C, karena bakteri *Clostridium* dapat tumbuh pada suhu 55°C.

Bahan-bahan yang dibekukan harus segera dimasak setelah dicairkan (*thawing*) dan jangan dibiarkan dalam keadaan cair untuk jangka waktu yang lama.

### 3. Perlakuan terhadap bahan pangan

Kerusakan terhadap bahan pangan sering kali disebabkan oleh tingkat perlakuan yang dikenakan terhadapnya, seperti jenis perlakuan misalnya metode pemanasan dan pengeringan bahan pangan, serta lama perlakuan. Kerusakan bahan pangan dapat disebabkan oleh masing-masing faktor tersebut, namun juga dapat terjadi interaksi antara faktor tersebut, misalnya kenaikan kelembaban udara akan berpengaruh pada kondisi  $a_w$  dan kenaikan jumlah mikroba. Dalam menangani adanya kerusakan tersebut, harus dapat dilihat faktor yang paling dominan terjadi dan penggunaan teknologinya harus diupayakan tepat guna.

Kerusakan bahan pangan dapat terjadi pada saat pengolahan dan ketika pemasaran ke konsumen. Kerusakan ini yaitu:

#### 1. Pra-proses

Sebelum proses pengolahan, bahan pangan hasil pertanian mengalami proses pendahuluan. Proses tersebut dapat mengakibatkan terjadinya butir pecah, *trimming* berlebihan, *dehulling* berlebihan.

#### 2. Proses dan pengepakan

Proses pengolahan yang tidak benar dapat mengakibatkan penurunan kadar gizi, pelunakan tekstur dan inefisiensi proses.



Penggunaan bahan pengepak yang tidak benar akan berakibat pada masa simpan produk dan masuknya mikroba ke dalam produk

3. Penyimpanan (*storage*)

Proses penyimpanan yang tidak benar akan mengakibatkan masuknya kontaminasi ke dalam produk seperti serangga, mikroba, hewan dan pengaruh lingkungan sehingga akan berakibat pada terjadinya pertunasan, ketengikan dan *overripening*

4. Transport

Proses transport yang tidak baik akan mengakibatkan kerusakan fisik produk seperti memar, lecet dan pecah atau tercecer dan terkena panas yang berlebihan

5. Pemasaran

Aliran produk pertanian ke konsumen yang tidak baik akan menimbulkan kontaminasi, kualitas menurun dan produk menjadi tidak aman untuk dikonsumsi



# PENGOLAHAN BAHAN PANGAN

## **3.1. Aspek Dasar Pengolahan Bahan Pangan Hasil Pertanian**

Salah satu faktor yang mempengaruhi kesehatan manusia adalah gizi yang diperoleh dari makanan sehari-hari. Jenis dan cara pengolahan bahan pangan sangat menentukan kadar gizi hasil olahan makanan tersebut. Kebutuhan pangan dan gizi keluarga dapat terpenuhi dari ketersediaan pangan setempat, daya beli yang terjangkau dan memenuhi syarat menu seimbang.

Sudah diketahui bahwa bahan pangan, seperti daging, ikan, telur, sayur maupun buah, tidak dapat disimpan lama dalam suhu ruang. Masa simpan bahan pangan dapat diperpanjang dengan disimpan pada suhu rendah; dikeringkan dengan sinar matahari atau panas buatan; dipanaskan dengan perebusan; diragikan dengan bantuan ragi, jamur atau bakteri; dan ditambah bahan-bahan kimia seperti garam, gula, asam dan lain-lain.

Penyimpanan bahan pangan pada suhu rendah dapat memperlambat reaksi metabolisme. Selain itu dapat juga mencegah pertumbuhan mikroorganisme penyebab kerusakan atau kebusukan bahan pangan. Cara pengawetan bahan pangan pada suhu rendah dibedakan menjadi 2 (dua) cara yaitu pendinginan dan pembekuan. Pendinginan adalah penyimpanan bahan pangan pada suhu di atas titik beku (di atas 0°C), sedangkan pembekuan dilakukan di bawah titik beku.

Pendinginan biasanya dapat memperpanjang masa simpan bahan pangan selama beberapa hari atau beberapa minggu, sedangkan pembekuan dapat bertahan lebih lama sampai beberapa bulan. Pendinginan dan pembekuan masing-masing berbeda pengaruhnya terhadap rasa, tekstur, warna, nilai gizi dan sifat-sifat lainnya.

Pengawetan dengan jalan pendinginan dapat dilakukan dengan penambahan es yang berfungsi mendinginkan dengan cepat suhu 0°C, kemudian menjaga suhu selama penyimpanan. Jumlah es yang digunakan tergantung pada jumlah dan suhu bahan, bentuk dan kondisi tempat penyimpanan, serta penyimpanan atau panjang perjalanan selama pengangkutan. Bahan pangan yang diawetkan dengan cara pendinginan tidak mengalami perubahan, sedangkan dengan cara pengeringan bahan mengalami sedikit penurunan rasa.

Bahan pangan yang diawetkan dengan pemanasan, peragian atau penambahan bahan-bahan kimia akan berubah baik rasa, bentuk maupun tampilannya, misalnya selai, sari buah, tempe, kecap, dan tape.

Daya tahan bahan pangan dapat diperpanjang untuk waktu tertentu apabila disimpan pada suhu rendah, misalnya dalam lemari es. Namun masih banyak masyarakat yang belum memiliki lemari es yang masih tergolong barang mewah. Selain itu masih banyak tempat tinggal di desa yang belum menggunakan listrik. Oleh karena itu, pengetahuan cara mengolah dan mengawetkan bahan pangan untuk memperpanjang masa simpannya perlu diketahui oleh masyarakat pedesaan atau yang ekonominya masih rendah.

Pengetahuan cara mengolah bahan pangan untuk memperpanjang masa simpannya dapat digunakan oleh masyarakat yang tertinggal jauh dari pasar atau untuk mengatasi kelebihan hasil panen. Hasil dari olahan bahan pangan tersebut dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan keluarga atau diperdagangkan.

Pengolahan atau pengawetan bahan pangan juga dimaksudkan untuk penganekaragaman pangan, meningkatkan nilai gizi, nilai ekonomi, daya guna, memperbaiki mutu bahan pangan dan mempermudah pemasaran dan pengangkutan. Pengolahan bahan pangan dengan tujuan memperpanjang masa simpan harus dilakukan dengan baik karena hasil olahan tersebut rentan terhadap kontaminasi bakteri atau jamur.

Pengolahan atau pengawetan bahan pangan juga harus diusahakan agar nilai gizi yang terkandung dalam bahan pangan tersebut tidak banyak berkurang karena proses pengolahan.

### **3.2. Pengawetan Bahan Pangan**

Pengawetan bahan pangan, terbagidalam tiga golongan yaitu:

1. Pengawetan secara alami

Proses pengawetan secara alami meliputi proses pemanasan dan pendinginan

2. Pengawetan secara biologis

Proses pengawetan secara biologis misalnya dengan fermentasi. Fermentasi merupakan proses perubahan karbohidrat menjadi alkohol. Zat-zat yang bekerja pada proses ini ialah enzim yang dibuat oleh sel-sel ragi. Lamanya proses peragian tergantung dari bahan yang akan diragikan.

3. Pengawetan secara kimia

Pengawetan bahan pangan secara kimia dilakukan dengan menggunakan bahan-bahan kimia, seperti gula pasir, garam dapur, nitrat, nitrit, natrium benzoat, asam propionat, asam sitrat, garam sulfat, dan lain-lain. Proses pengasapan juga termasuk cara kimia sebab bahan-bahan kimia dalam asap dimasukkan ke dalam makanan yang diawetkan.

Apabila jumlah pemakaiannya tepat, pengawetan dengan bahan-bahan kimia dalam makanan sangat praktis karena dapat menghambat berkembangbiaknya mikroorganisme seperti jamur atau kapang, bakteri, dan ragi.

### **3.3. Pengolahan Bahan Pangan**

Dua alasan penting yang mendasari pengolahan pangan perlu dilakukan, yaitu untuk mendapatkan bahan pangan yang aman untuk dimakan sehingga nilai gizi yang dikandung bahan pangan tersebut dapat dimanfaatkan secara maksimal. Yang kedua adalah agar bahan pangan tersebut dapat diterima, khususnya diterima secara sensori, yang meliputi penampakan (aroma, rasa, *mouthfeel*, *aftertaste*) dan tekstur (kekerasan, kelembutan, konsistensi, kekenyalan, kerenyahan). Di satu sisi pengolahan dapat menghasilkan produk pangan dengan sifat-sifat yang diinginkan yaitu aman, bergizi dan dapat diterimadengan baik secara sensori.

Pengolahan juga dapat menimbulkan hal yang sebaliknya yaitu menghasilkan senyawa toksik sehingga produk menjadi kurang atau tidak aman, kehilangan zat-zat gizi dan perubahan sifat sensori ke arah yang kurang disukai dan kurang diterima seperti perubahan warna, tekstur, bau dan rasa yang kurang atau tidak disukai.

Oleh karenanya, diperlukan suatu usaha optimasi dalam suatu pengolahan agar target tercapai dan yang tidak diinginkan dapat ditekan terjadinya hingga minimal. Hal tersebut yang menjadi alasan pentingnya pengetahuan akan pengaruh pengolahan terhadap nilai gizi dan keamanan pangan, sehingga yang lebih penting adalah melakukan suatu pengolahan pangan agar bahan pangan yang kita hasilkan bernilai gizi tinggi dan aman. Pasca panen, bahan pangan nabati atau yang disembelih (hewani) atau ditangkap untuk hasil perikanan tangkap/laut dikirim kepada usaha-usaha pengawetan dan pengolahan bahan pangan menjadi produk jadi, serta untuk penyimpanannya.



# PANGAN DAN GIZI

## 4.1. Ruang Lingkup Pangan dan Gizi

Ilmu gizi dan pangan merupakan ilmu terapan yang menggunakan berbagai bidang ilmu pengetahuan dasar, seperti biologi, faal (fisiologi), biokimia, ilmu yang mempelajari tentang penyakit (*Pathology*). Sehingga untuk dapat lebih memahami tentang ilmu gizi dan bahan pangan maka diharapkan dapat menguasai atau memahami tentang ilmu pengetahuan dasar tersebut yang berkaitan atau yang relevan dengan bahasan ilmu gizi dan pangan.

Pangan dalam arti sempit merupakan bahan pangan hasil pertanian, yang berarti segala sesuatu yang berhubungan dengan bahan pangan hasil pertanian. Bahan pangan merupakan segala sesuatu yang berkaitan dengan kebutuhan manusia baik yang dikonsumsi secara langsung maupun yang tidak langsung.

Gizi merupakan nutrisi atau nutrien atau zat-zat yang mempunyai nilai tinggi bagi kesehatan yang dibutuhkan makhluk hidup bagi kehidupannya.



Definisi ilmu gizi pada awalnya adalah ilmu yang menyangkut tentang pencernaan makanan mulai dari makanan ketika masuk ke dalam mulut sampai dengan perubahan zat makanan tersebut menjadi zat-zat yang dibutuhkan tubuh dan energi serta sebagai zat buangan atau sisa. Ilmu gizi juga diartikan sebagai ilmu yang mempelajari hubungan makanan yang berkaitan dengan fungsi dalam organ organisme atau makhluk hidup. Seiring dengan perkembangannya, definisi ilmu gizi berkembang menjadi ilmu yang mempelajari tentang segala sesuatu yang berhubungan dengan makanan yang dikaitkan dengan kesehatan tubuh. Selain itu juga dapat diartikan dengan hubungan makanan dengan organisme yang berkaitan dengan kesehatan manusia dan untuk tumbuh. Dalam arti yang lain, juga disebutkan bahwa ilmu gizi adalah ilmu yang ditujukan kepada suatu hidup yang sehat atau ditujukan pada suatu perbaikan gizi bila kondisi tubuh buruk atau kurang.

Ruang lingkup ilmu gizi menyangkut dua komponen penting yaitu makanan dan kesehatan tubuh. Sehingga dalam menerapkan ilmu gizi, dalam prakteknya haruslah dapat mendalami masalah-masalah yang berkaitan dengan persoalan pangan dan kesehatan yang berhubungan dengan pangan tersebut.

## **4.2. Bahan dan Zat Pangan**

Bahan makanan sering disebut juga sebagai bahan pangan. Dalam perdagangan disebut sebagai komoditas pangan, yaitu bahan yang diproduksi dan diperdagangkan misalnya daging, buah, dan sayur. Bahan makanan pokok merupakan bahan makanan utama yang terpenting dalam susunan hidangan makanan. Hal ini disebabkan oleh jumlah atau kuantitasnya yang lebih besar daripada jenis makanan yang lain dan juga dianggap paling penting. Bila suatu bahan makanan tidak ada bahan makanan pokok, maka kebanyakan orang akan menganggap makanan tersebut kurang lengkap. Bahan makanan pokok merupakan sumber kalori dan energi atau memberikan sumbangan protein yang besar bagi tubuh apabila bahan makanan pokok tersebut adalah dari golongan sereal.

Bahan makanan lauk-pauk mencakup bahan pangan lauk terutama ikan dan daging. Kandungan gizi bahan makanan lauk pauk, kebanyakan adalah protein. Di samping itu juga dikenal bahan pangan nabati sebagai lauk pauk misalnya kedelai dan hasil olahannya.

Bahan makanan dalam kelompok ini termasuk bahan nabati. Bahan makanan ini menghasilkan jenis vitamin dan mineral. Sayur terdiri dari daun, akar, batang dan bunga bahkan buah yang masih muda. Sedangkan yang termasuk buah adalah buah-buahan yang sudah matang atau masak siap makan. Bahan pangan yang dikonsumsi, setelah mencapai alat pencernaan, akan diurai menjadi berbagai zat makanan disebut juga zat gizi atau nutrien. Zat makanan adalah satuan yang menyusun bahan makanan.

Fungsi zat makanan secara umum yaitu penyedia energi, pertumbuhan tubuh, dan memelihara jaringan tubuh. Selain itu juga berfungsi untuk mengatur metabolisme dan keseimbangan dalam tubuh, serta berperan dalam mekanisme pertahanan tubuh terhadap berbagai penyakit. Berbagai zat gizi penting telah teridentifikasi sebanyak lebih dari 50 macam. Beberapa jenis zat gizi penting harus terdapat dalam makanan dan dapat diserap tubuh dalam jumlah yang sesuai, agar diperoleh zat gizi yang seimbang dalam tubuh. Apabila tubuh kekurangan dan gizi tidak seimbang akan mengakibatkan terjadinya rawan gizi.

#### **4.3. Kebutuhan Gizi dan Kesehatan**

Kebutuhan zat gizi tiap manusia berbeda-beda tergantung dari kondisi tubuh dan aktivitas yang dilakukan setiap harinya. Namun jenis zat gizi yang diperlukan seseorang haruslah memenuhi syarat untuk disebut sebagai gizi seimbang. Zat gizi yang masuk ke dalam tubuh sebaiknya memenuhi tuntutan tubuh akan komponen makro dan mikro dalam makanan serta fungsi zat makanan itu sendiri misalnya sebagai zat pembangun, pertumbuhan dan pengatur.

Keadaan kesehatan gizi tergantung dari tingkat konsumsi. Tingkat konsumsi ditentukan oleh kualitas dan kuantitas makanan yang kita makan. Kualitas makanan yang kita konsumsi menunjukkan komposisi dan kandungan zat gizi yang diperlukan tubuh.

Kuantitas makanan menunjukkan jumlah zat gizi yang berada dalam makanan tersebut dan diperlukan tubuh. Tingkat kesehatan gizi sebagai hasil konsumsi makanan yang berlebihan dapat menimbulkan gizi lebih atau *over nutritional stage*, sedangkan yang mengalami kekurangan zat gizi dalam makanan atau dalam mengkonsumsi makanan, dikenal dengan konsumsi defisien.

Kekurangan maupun kelebihan jenis zat gizi tertentu atau dalam jumlah makanan yang dikonsumsi, berakibat tidak baik bagi tubuh. Dalam gizi, dikenal berbagai jenis penyakit gizi yaitu penyakit gizi lebih (obesitas), penyakit gizi kurang (*malnutrition* dan *undernutrition*), penyakit metabolik bawaan (*inborn error of metabolism*), misalnya *lactose intolerance*, serta penyakit keracunan makanan (*food intoxication*).

# SENYAWA GIZI DAN BIOAKTIF BIJI LEGUM

## 5.1. Senyawa Gizi

Biji tanaman legum (*Leguminosae*) secara umum mengandung komponen gizi makro dan mikro yaitu protein, lemak, karbohidrat, serat, air dan mineral. Salah satu contoh biji tanaman legum adalah kacang hitam (*Cajanus sp.*) yang berasal dari Pulau Lombok Nusa Tenggara Barat (NTB). Kacang hitam tersebut memiliki nama lokal yaitu kacang lebu.

Biji kacang hitam lokal tersebut mempunyai ukuran yang lebih kecil, berbentuk bulat, kulit biji lebih keras, warna kulit lebih hitam, dan warna air rendaman yang lebih hitam pekat dibandingkan dengan biji *Leguminosae* lainnya. Tanaman kacang hitam lokal NTB tersebut mempunyai keunggulan mampu tumbuh pada tanah yang sangat kering dan rendah unsur hara, toleransi yang tinggi terhadap suhu lingkungan yang panas, dan mampu bertoleransi pada pH 4,5–8,4 (Le Houérou, 2012; Tropical Permaculture, 2012).

Tanaman legum mengandung berbagai komponen gizi. Namun demikian, kacang lebu juga memiliki berbagai jenis dan jumlah senyawa bioaktif. Kadar protein kacang hitam lokal dalam bentuk utuh adalah 18,49% dan apabila diproses menjadi bubuk tanpa melalui proses perendaman, maka kadar proteinnya menjadi 18,50%. Apabila proses berlanjut hingga didapatkan ekstrak, kadar proteinnya meningkat lebih signifikan yaitu sebesar 23,315% hingga 25,963%.

Penelitian sebelumnya menyatakan bahwa proses pengolahan kacang hitam lokal menjadi bentuk bubuk dan yang telah mengalami proses fermentasi, lebih efektif untuk membantu proses ekstraksi komponen gizi dan senyawa bioaktif dalam kacang lebu. Proses pengolahan kacang lebu menjadi bentuk bubuk juga telah mengakibatkan terlepasnya ikatan peptida pada protein, sehingga terbentuk unit-unit protein yang lebih kecil.

Kadar lemak kacang hitam lokal dalam bentuk utuh adalah 0,97%, sedangkan setelah diolah menjadi bubuk menjadi 0,88%. Setelah dilakukan pengolahan dan tahapan ekstraksi, kadar lemaknya memperlihatkan peningkatan yang signifikan yaitu berada pada kisaran 13,593-24,235%. Peningkatan yang cukup besar tersebut sangat dimungkinkan terjadi oleh pengaruh proses pengolahan yang mampu meng-ekstraksi komponen gizi dalam suatu bahan, tidak terkecuali kandungan lemaknya.

Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya, adanya peningkatan kadar lemak pada ekstrak disebabkan oleh banyaknya senyawa asam lemak sederhana hasil hidrolisis akibat proses pengolahan yang dilakukan. Proses pengolahan yang lebih bersifat fisik dan penggunaan suhu tinggi memungkinkan terjadinya perubahan pada kandungan nutrisinya.

Karbohidrat adalah komponen gizi terbesar dalam golongan *Legumes* yaitu antara 24-61,2%. Proses pengolahan yang melibatkan penggunaan panas, seperti pengolahan menggunakan tekanan vakum dan *microwave* dapat mengakibatkan hidrolisis pada granula pati. Granula pati mengembang dan kemudian pecah, yang selanjutnya yang memfasilitasi konfigurasi yang lebih acak dari struktur dan mengakibatkan terputusnya ikatan.

Perhitungan total karbohidrat dihitung dengan metode *total carbohydrate by difference* yaitu hasil pengurangan 100% komponen total bahan dengan prosentase jumlah kadar air, abu, lemak dan protein. Jika prosentase total komponen bahan non karbohidrat menurun jumlahnya, maka prosentase karbohidrat akan meningkat. Kadar lemak dan protein pada keseluruhan ekstrak akan mengalami peningkatan yang signifikan, sehingga mengakibatkan terjadinya penurunan persentase kadar karbohidratnya. Kadar abu biji kacang dalam golongan *Leguminosae* yaitu berkisar 2,02-9,36% b/b (Megat Rusydi, *et al.* 2011) dan 3,5-3,9% b/b.

Kadar abu ekstrak dari jenis kacang legum tersebut berkisar antara 3,27-3,53%. Namun, jika dibandingkan dengan kadar abu bubuk kacang, dalam hal ini adalah kacang hitam lokal NTB lebei sebelum diproses, maka kadar abu ekstrak tersebut tidak jauh berbeda atau masih dalam kisaran kadar tersebut.

Proses pengolahan yang melibatkan panas atau tekanan yang cukup tinggi akan mengakibatkan peningkatan kelarutan serat yang bersifat larut dan untuk serat yang tidak bersifat larut, dapat juga mengalami degradasi selama proses. Selama proses pemasakan, komponen atau produk hasil proses reaksi Maillard dari proses kondensasi protein dan tanin, serta pati resisten, dapat pula menjadi bagian dari serat yang juga akan terhitung sebagai total serat. Namun demikian, kondisi ini tidak sama pada semua jenis Legumes, tergantung dari jenis dan metode atau proses yang dilakukan.

## **5.2. Senyawa Bioaktif**

Senyawa metabolit sekunder dari beberapa biji tanaman termasuk kacang lebei, ditemukan komponen bioaktif dari golongan polifenol, flavonoid, fenolik, dan serat pangan. Senyawa tersebut dikemukakan mempunyai aktivitas biologis sebagai antioksidan, anti mikroba, anti kanker, anti malaria, dan anti infeksi, sehingga senyawa bioaktif juga disebut sebagai *bioactive food component* atau *biologically active substances*, atau *biocompounactive*.



Jenis senyawa bioaktif tidak hanya mencakup senyawa komponen fenolik, flavonoid, isoflavon, saponin, antosianin, dan quersetin pada kelompok *Leguminosae* (Akashi *et al.*, 2005; Lin and Lai, 2006; Atchibri *et al.*, 2010; Hanganu *et al.*, 2010), polifenol pada tanaman dan hewan (Ferreira *et al.*, 2008), serat pangan pada buah, sayur, sereal, dan aneka kacang (Liu, 2013; Guaadaoui *et al.*, 2014), serta alkaloid, terpenoid dan steroid yang dihasilkan oleh mikroba melalui proses fermentasi (Tan and Zou, 2001), namun juga termasuk jenis senyawa lainnya yang dihasilkan oleh tanaman atau hewan yang mempunyai aktivitas biologis sebagai antioksidan (Elhassaneen *et al.*, 2016), anti mikroba, anti kanker, anti malaria, dan anti infeksi (Strobel and Daisy, 2003; Bernhoft, 2010).

Jenis dan jumlah senyawa bioaktif yang lebih banyak daripada jenis tanaman yang lain diantaranya kelompok terpenoid, fenolik, flavonoid, antosianin, alkaloid, fenilpropanoid, katekin, tanin, dan saponin. Kelompok terbesar dalam senyawa tersebut adalah kelompok fenolik yaitu termasuk flavonoid dan terpenoid. Kelompok fenolik tersebut diantaranya isoflavon, flavon, flavonol, flavanon, flavanonol, dan flavan-3-ols, sedangkan kelompok terpenoid yaitu monoterpenoid, sequiterpenoid, fenilpropanoid, diterpenoid, dan triterpenoid (Bernhoft, 2010; Wink, 2013). Namun demikian, komposisi dan kualitasnya sangat beragam tergantung dari jenis tanaman, kondisi awal komponen, habitatnya, serta proses ekstraksinya.

Senyawa-senyawa bioaktif tersebut terdapat di dalam sel dan terikat dengan komponen gula dalam ikatan glikosida. Selain itu, adanya perbedaan tiap jenis tanaman berakibat pada terdapatnya perbedaan jumlah unit gula yang terikat dengan senyawa bioaktif dan letak senyawa bioaktif tersebut di dalam bagian sel. Sifat senyawa bioaktif adalah sangat tidak tahan panas, mudah mengalami oksidasi dan mudah mengalami kerusakan karena perubahan pH. Oleh karena itu, untuk mendapatkan senyawa bioaktif pada kacang lebei sangat diperlukan proses yang dapat menguraikan ikatan glikosida antara senyawa bioaktif dengan glukosa yaitu dengan metode fermentasi menggunakan bantuan mikroba.

Sifat mudah rusak senyawa bioaktif bebas karena faktor lingkungan terutama oksigen, panas, dan cahaya, sangat perlu diperhatikan agar dapat dimanfaatkan lebih lanjut. Selama proses pengolahan dan ekstraksi senyawa bioaktif, sangat dimungkinkan terjadi proses biokimiawi, metabolisme, degradasi, dan destruksi yang terjadi akibat proses ataupun yang dilakukan oleh mikroba karena tahapan prosesnya menggunakan bantuan mikroba. Apabila terjadi kondisi tersebut, maka dapat berakibat pada penurunan komponen non gula dan senyawa metabolit sekunder termasuk senyawa bioaktif. Semakin lama waktu proses dapat berkorelasi positif terhadap penurunan kadar senyawa metabolit sekunder termasuk senyawa bioaktif.

Faktor penyebab menurunnya kadar antosianin adalah terjadinya hidrolisis antosianin menjadi antosianidin dan berlanjut hingga menjadi kelompok gula sederhana yang terjadi selama fermentasi biji tanaman, sehingga kadar antosianin akan berkurang pada produk akhir. Penurunan kadar antosianin juga tampak pada menurunnya intensitas warna hitam pada produk yang difermentasi. Warna produk akan lebih terang dibandingkan dengan warna sebelum difermentasi. Antosianin yang merupakan komponen polifenol bersifat sangat sensitif dan rentan rusak karena adanya perubahan suhu dan pH seiring dengan bertambahnya lama waktu fermentasi.

Proses ekstraksi senyawa bioaktif yang melibatkan proses panas, seperti metode microwave, faktor panas atau suhu akan berinteraksi dengan medan elektromagnetik untuk menghidrolisis sel dan ikatan glikosida ataupun ikatan kimia lainnya. Begitu halnya dengan metode tekanan vakum, tekanan dan panas akan membuka ikatan glikosida terutama yang mengikat senyawa bioaktif, sehingga akan terbentuk senyawa bioaktif bebas yang dapat diekstrak dengan suatu perlakuan tertentu.

Senyawa bioaktif yang umumnya terdapat dalam tanaman *Leguminosae* adalah dari golongan flavonoid, proantosianidin, polifenol, *cajanol*, isoflavan, saponin, fitosterol, inositol, *hexaphosphates*, *sphingolipids*, asam fenolat, alkaloid, dan terpenoid.

Kelompok tanaman *Leguminosae* mengandung senyawa bioaktif dari kelompok fenolik yaitu fenilpropanoid, katekin, antosianin, tannin, lignan, *coumarins* dan *furanocoumarins*, serta terpenoid khususnya triterpenoid, steroidal saponin, tetraterpen. Senyawa fenolik dalam konsentrasi tertinggi yang terkandung dalam kotiledon biji tanaman yang merupakan komponen hasil metabolisme dan bagian dari kelompok metabolit sekunder yang bersifat polar mudah larut dalam air.

Flavonoid merupakan komponen terbesar dari golongan fenolik selain antosianin dan merupakan senyawa bioaktif yang sangat penting karena sifat antioksidannya yang tinggi. Flavonoid dengan konsentrasi yang tinggi ditemukan pada beberapa jenis kacang legum diantaranya pada jenis kacang faba dan kacang lentil.



## DAFTAR PUSTAKA

- Agostini-Costa, Tânia da Silveira, Teodoro, Pádua, A.F., Alves, Rosa de Belem das Neves, Braga, Ribeiro, L., Ribeiro, Ferreira, I., Silva, Padilha, J., Quintana, Gomes, L. and Lobo, B.M. 2015. Total phenolics, flavonoids, tannins and antioxidant activity of lima beans conserved in a Brazilian Genebank. *Ciência Rural*, 45(2), 335-341. Epub October 14, 2014.
- Ajila, C.M., Brar, S.K., Verma, M., Tyagi, R.D. and Valéro, J.R. 2011. Solid-state fermentation of apple pomace using *Phanerocheate chrysosporium*—Liberation and extraction of phenolic antioxidants. *Food Chemistry*. 126(3): 1071-1080.
- Assadpour E and Jafari SM. 2019. Advances in Spray-Drying Encapsulation of Food Bioactive Ingredients: From Microcapsules to Nanocapsules. *Annu Rev Food Sci Technol* 10: 103-131.
- Atchibri, O.A.L., Ouakout, T.H., Brou, K.D., Kouadio, Y.J. and Gnakri, D. 2010. Evaluation of bioactive components in seeds of *Phaseolus vulgaris* L. (*Fabaceae*) cultivated in Côte d'Ivoire. *J. Appl. Biosci.* 31: 1928-1934.

- Bazana MT, Codevilla CF, and de Menezes CR. 2019. Nanoencapsulation of bioactive compounds: challenges and perspectives. *Current Opinion in Food Science* 26: 47:56.
- Bernhoft, A. 2010. A brief review on bioactive compounds in plants. In: *Bioactive compounds in plants - benefits and risks for man and animals*. Bernhoft, A (Ed). Oslo: The Norwegian Academy of Science and Letters.
- Bintari, Y.R. and Elyani, H. 2017. Extraction of bioactive compounds from *Cladophora* sp. with Solvent Free Microwave Assisted Extraction (SFMAE) method. *JIMR - Journal of Islamic Medicine Research*, 1(1): 1-11.
- Burgain J, Gaiani C, Linder M, and Scher J. 2011. Encapsulation of probiotic living cells: From laboratory scale to industrial applications. *Journal of Food Engineering*, 104: 467-483.
- Chew, Y.L., Chan, E.W.L., Tan, P.L., Lim, Y.Y., Stanslas, J. and Goh, J.K. 2011. Assessment of phytochemical content, polyphenolic composition, antioxidant and antibacterial activities of Leguminosae medicinal plants in Peninsular Malaysia. *BMC Complement Altern Med* 11, 12.
- Cross, G & Fung, D 1982, The effect of microwaves on nutrient value of foods, *Crit Rev Food Sci Nutr*, vol. 16, no. 4, pp. 355-381.

- Damm, M, Holzer, M, Radspieler, G, Marscheb, G & Kappe, CO 2010, Microwave-assisted high-throughput acid hydrolysis in silicon carbide microtiterplatforms—A rapid and low volume sample preparation technique for totalamino acid analysis in proteins and peptides, *Journal of Chromatography A*, no. 1217, pp. 7826-7832.
- Elhassaneen, Y. and Ahmed, S.S. 2017. Bioactive compounds in Egypt. *Am. J. Food and Nutr.* 4(1): 1-7.
- El-Mergawi R & Taie HAA, 2014, phenolic composition and antioxidant activity of raw seeds, green seeds and sprouts of ten faba bean (*Vicia faba*) cultivars consumed in Egypt, *Int J Pharm Bio Sci*, vol. 5, no. 2, pp. 609 - 617.
- Etherton, P. M. K., Hecker, K. D., Bonanome, A., Coval, S. M., Binkoski, A. E., Hilpert, K. F., Griel, A. E. and Etherton, T. D. 2002. Bioactive compounds in foods: their role in the prevention of cardiovascular disease and cancer. *The American Journal of Medicine.* Volume 113. 9 (2): 71-88.
- EFSA. 2006. European Food Information Council. Functional foods. [cited: August 31 2016]. <http://www.efsa.europa.eu/en/nutrition/functionalfoods/expid/basics-functional-foods/>
- Failisnur. 2013. Bengkoang Ice Cream Characteristics with Difference Kind of Milk. *Jurnal Litbang Industri*, 3(1): 11-20.

- Goula A.M. and Adamopoulos K.G.A 2010. A New Technique for Spray Drying Orange Juice Concentrate. *Innovative Food Sci. and Emerging Tech.* 11: 342-351
- Guaadaoui, A., Benaicha, S., Elmajdoub, N., Bellaoui, M. and Hamal, A. 2014. What is a bioactive compound? A combined definition for a preliminary consensus. *Int. J. of Nutr. and Food Sci.* 3(3): 174-179.
- Harborne, J.B. and Baxter, H. (1993) *Phytochemical Dictionary and Handbook of Bioactive Compounds from Plants.* Taylor and Francis, London.
- Hur, S.J., Lee, S.Y., Kim, Young-Chan, Choi, I. and Kim, Geun-Bae. 2014. Effect of fermentation on the antioxidant activity in plant-based foods. *Food Chemistry.* 160: 346-356.
- Jemaa, M.B., Falleh, H. and Ksouri, R. 2019. Encapsulation of natural bioactive compounds: nanoemulsion formulation to enhance essential oils activities. *Microencapsulation - Processes, Technologies and Industrial Applications*, Fabien Salaün, IntechOpen, DOI: 10.5772/intechopen.84183. cited Oct 27, 2020. Available from: <https://www.intechopen.com/books/microencapsulation-processes-technologies-and-industrial-applications/encapsulation-of-natural-bioactive-compounds-nanoemulsion-formulation-to-enhance-essential-oils-acti>



- Journi, M., Hammouda, H., Trabelsi-Ayadi, M., Chérif, J.K., 2015. Quantitative determination and identification of phenolic compounds of three Tunisian legumes: *Vicia faba*, *Lens culinaris* and *Phaseolus vulgaris*, *Advances in Chemistry and Biochemistry Sciences*, vol. 2, no. 3, pp. 01-12.
- Khang, DT, Dung, TN, Elzaawely, AA & Xuan, TD 2016, Phenolic profiles and antioxidant activity of germinated legumes, *Foods*, vol. 9, no. 5, pp. 27.
- Khatoun, N & Prakash, J 2004, Nutritional quality of microwave-cooked and pressure -cooked legumes, *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, vol. 55, no. 6, pp. 441-448.
- Lee, I.H., Hung, Y.-H., & Chou, C.-C. 2008. Solid-state fermentation with fungi to enhance the antioxidative activity, total phenolic and anthocyanin contents of black bean. *International Journal of Food Microbiology*, 121(2): 150-156.
- Luo, M., Liu, X., Zua, Y., Fua, Y., Zhanga, S., Yaoa, L. and Efferth, T. 2010. Cajanol, a novel anticancer agent from Pigeonpea [*Cajanus cajan* (L.) Millsp.] roots, induces apoptosis in human breast cancer cells through a ROS-mediated mitochondrial pathway. *Chemico-Biological Interactions*. 188: 151-160.
- Mohite, D. and Waghmare, R.B. 2020. Encapsulation Techniques for Delivery of Bioactive Compounds in Milk and Dairy Products- A Review. *J Dairy Res Tech* 3: 017.

- Mushollaeni, W and Tantal, L 2019, Determination and characterization of phenolics, flavonoids, and dietary fiber in fermented lebui bean (*Cajanus* sp.) Extracts by the SSF Method, *Bioscience Research*, vol. 16, no. 2, pp. 1600-1606.
- Mushollaeni, W and Tantal, L 2020, Anthocyanin and Nutritional contents of fermented lebui bean (*Cajanus* sp.) through SSF method and induced by *Rhizopus* sp. and *Saccharomyces* sp, *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 465, 012037.
- Mushollaeni, W and Tantal, L 2021, Food properties of lebui bean powder extract fermented by *Rhizopus* sp., *Current Research in Nutrition and Food Science*, vol. 9, no. 1, pp. 338-345.
- Mushollaeni, W and Tantal, L. 2022. Differences in effect of Pre-Microencapsulation process on components of Bioactive compounds in local Lebui Bean extract from West Nusa Tenggara. *Bioscience Research*, 022 19(4): 1914-1925.
- Mushollaeni, W, Kumalaningsih, S, Wignyanto and Santoso, I 2017, Effect of solid-state fermentation on Anthocyanin and physicochemical content of Lebui bean (*Cajanus* sp.), *Bioscience Research*, vol. 14, no. 4, pp. 1096-1102.
- Mushollaeni, W, Kumalaningsih, S, Wignyanto and Santoso, I 2018, Screening of new bioactive in lebui beans (*Cajanus* sp.) of Lombok, *Int. Food Res. J*, 25, vol. 1, pp. 25-33.

- Nedovic V, Kalusevica A, Manojlovic V, Levic S, Bugarski B (2011) An overview of encapsulation technologies for food applications. In *Procedia Food Science* 1: 1806-1815.
- Parr, A.J. and Bolwell, G.P. 2000. Phenols in the Plant and in Man. The Potential for Possible Nutritional Enhancement of the Diet by Modifying the Phenols Content or Profile. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, vol. 80, pp. 985-1012.
- Piovesan, N, Viera, VB, Mello, R. de O, Santos, RCV dos, Vaucher, R de A, Dressler, VL, Bizzi, CA & Fries, LLM 2017, Microwave-assisted extraction of bioactive compounds from blueberry (*Vaccinium ashei* Reade) and their antioxidant and antimicrobial capacity, *International Food Research Journal*, vol. 24, no. 6, pp. 2526-2533.
- Pomeranz, Y. and Clifto, D. 1981. Food Analysis Theory and Practices. In: Melon, E. E. (ed) *Chemical Food Analysis Practical Manual-Chemistry*. Avi Publishing Company, Westport, Connecticut.
- Prakash, J 2004, Nutritional quality of microwave-cooked and pressure-cooked legumes, *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, vol. 55, no. 6, pp. 441-448.
- Suganya V and Anuradha V. 2017. Microencapsulation and Nanoencapsulation: A Review. *International Journal of Pharmaceutical and Clinical Research* 9: 233-239.

- Thangaraj SM and Seethalakshmi M. 2015. Application of Microencapsulation Technology for the Production of Vitamin-C Fortified Flavoured Milk. *Advances in Dairy Research* 3:1-4.
- Wani, I.A., Sogi, D.S. and Gill, B.S. 2014. Physicochemical properties of acetylated starches from some Indian kidney bean cultivars. *Int. J. Food Sci. Technol.* 47: 1993-1999.
- Wink, M. 2013 Evolution of Secondary Metabolites in Legumes (Fabaceae). *South African Journal of Botany*, vol. 89, pp.164-175.
- Xu, B. J., and Chang, S. K. 2007. A comparative study on phenolic profiles and antioxidant activities of legumes as affected by extraction solvents. *Journal of food science*, vol. 72, no. 2, pp. S159-S166.
- Zuidam NJ, Heinrich J. 2009. Encapsulation of aroma. In: Zuidam NJ, et al. (Eds.) *Encapsulation Technologies for Food Active Ingredients and Food Processing*. Springer, Dordrecht, The Netherlands, Pg no:127-160.



## DAFTAR ISTILAH

- Antioksidan : Suatu bahan kimia yang dibuat oleh manusia atau bahan alami yang dapat menghambat atau mencegah terjadinya kerusakan pada sel-sel tubuh  
(<https://nccih.nih.gov/health/anti-oxidants/introduction.htm>)
- Alkaloid : Bagian dari senyawa metabolit sekunder yang dihasilkan oleh tanaman dan dapat diekstrak untuk dijadikan bahan obat  
(<http://www.els.net/WileyCDA/ElArticle/refId-a0001914.html>)
- Antosianin : Pigmen tumbuhan alami yang memiliki efek menguntungkan bagi tanaman maupun bagi manusia dan hewan (<https://www.science-direct.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/anthocyanin>)

- Bioactive fatty acids* : Asam lemak tak jenuh ganda (PUFA) merupakan *Bioactive fatty acids*. PUFA sebagian besar ditemukan pada minyak biji tanaman dan substrat untuk biosintesis hormon (*eicosanoids*) dan senyawa lainnya penting untuk kesehatan ([www.springer.com/cda](http://www.springer.com/cda))
- Bioactive food component* : *Bioactive food component* ditunjukkan untuk memodulasi respons terhadap adanya peradangan (inflamasi) dan untuk mencegah *carcino-genesis* (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3449301/>)
- Bioavailabilitas : Dipengaruhi oleh jumlah obat/bahan kimia/suatu senyawa yang diserap di seluruh epitel usus serta metabolisme yang pertama lewat saat obat melintasi usus dan hati dalam perjalanan menuju sirkulasi sistemik (<https://www.sciencedirect.com/topics/pharmacology-toxicology-and-pharmaceutical-science/bioavailability>)
- Biocompounactive* : Penggunaan senyawa bioaktif dalam kaitannya dengan sifat

fisikokimia dan biologisnya  
([https://www.researchgate.net/  
publication/274193020\\_What\\_is\\_a  
\\_bioactive\\_compound\\_  
A\\_combined\\_definition  
\\_for\\_a\\_preliminary\\_consensus](https://www.researchgate.net/publication/274193020_What_is_a_bioactive_compound_A_combined_definition_for_a_preliminary_consensus))

*Biologically active substances* : Komponen senyawa bioaktif yang terdiri dari kelompok metabolit sekunder

([http://www.sciencedirect.com/s  
cience/article/pii/  
S1572599505800456](http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1572599505800456))

Ekstrak : Produk alami dari tanaman obat, baik sebagai senyawa murni maupun ekstrak standar  
([https://www.ncbi.nlm.nih.gov/p  
mc/ articles/PMC3218439/](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3218439/)).  
Ekstrak dalam penelitian adalah produk hasil proses ekstraksi bubuk kacang lebu yang mengandung senyawa bioaktif.

Ekstraksi : Metode yang terstandar untuk mengekstraksi senyawa bioaktif dari tanaman, yang selanjutnya ekstrak tersebut akan digunakan untuk berbagai keperluan pada sektor komersial seperti industri farmasi, makanan dan kimia

(Azmir, J., Zaidula, I.S.M., Rahman, M.M., Sharif, K.M., Mohamed, A., Sahena, F., Jahurul, M.H.A., Ghafoor, K., Norulaini, N.A.N. and Omar, A.K.M. 2013. Techniques for extraction of bioactive compounds from plant materials: A review. J. of Food Eng. 117: 426-436).

Fenolik : Senyawa fenolik yang ada pada tanaman, merupakan bagian penting dari makanan dan mempunyai sifat antioksidan, memiliki efek kesehatan. Senyawa ini mempunyai struktur dari molekul fenolik sederhana hingga kompleks dengan berat molekul tinggi (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1756464615003023>).

Flavonoid : Flavonoid adalah kelompok besar senyawa tanaman polifenol, terdapat 6 subkelas utama flavonoid, yaitu *anthocyanidins*, *flavan-3-ols*, flavonol, flavanon, flavon, dan isoflavon, flavonol (<http://lpi.oregonstate.edu/mic/di>



etary-factors/phytochemicals/  
flavonoids)

Ikatan glikosida : Ikatan glycosidic dapat terbentuk antara kelompok hemiacetal dari sakarida dan kelompok hidroksil dari beberapa senyawa organik seperti alkohol. Jika hubungan glikosidik berada di antara residu karbohidrat dan molekul lain tapi tidak sakarida, disebut sebagai aglikon

(<http://chemistry.tutorvista.com/organic-chemistry/glycosidic-linkage.html>).

*Leguminosae* : Keluarga Leguminosae berada di kelompok utama Angiosperma (tanaman berbunga) (<http://www.theplantlist.org/browse/A/Leguminosae/>).

Metabolit sekunder : Metabolisme sekunder, termasuk antibiotik, diproduksi di alam dan berfungsi untuk kelangsungan hidup organisme yang memproduksinya (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11036689>).

Radikal hidroksil : Tergolong radikal bebas seperti radikal hidroksil (OH\*), radikal superoksida (O<sub>2</sub>\*), radikal nitrik

oksida (NO\*) dan radikal lipid peroksil (LOO\*)  
(repository.ipb.ac.id).

Senyawa bioaktif : Senyawa bioaktif adalah unsur ekstranutritional yang biasanya terdapat dalam jumlah kecil dalam makanan. Senyawa fenolik termasuk flavonoid terdapat dalam semua tanaman dan mempunyai sifat antioksidan  
(<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0002934301009950>).

## PROFIL PENULIS



**Dr.T. Wahyu Mushollaeni, S.Pi., MP.** dilahirkan di Kota Malang pada tanggal 20 Desember 1978. Penulis menyelesaikan pendidikan program Sarjana (S-1) di Universitas Brawijaya Malang pada Program Studi Teknologi Hasil Perikanan pada tahun 2001, dan Strata 2 (S-2) pada tahun 2005 pada Program Magister Teknologi Hasil Pertanian di Universitas Brawijaya Malang. Program Strata 3 (S-3) telah diselesaikan penulis pada tahun 2018 pada Program Doktor Teknologi Industri Pertanian di Universitas Brawijaya Malang. Penulis adalah dosen pada Program Studi Teknologi Industri Pertanian Fakultas Pertanian di Universitas Tribhuwana Tunggaladewi Malang. Mulai tahun 2012 hingga saat ini, penulis aktif dalam mengikuti berbagai kompetisi dan mendapatkan hibah penelitian dan pengabdian masyarakat yang didanai oleh Dikti maupun lembaga Non Dikti. Bidang tema penelitian utama yang digeluti oleh penulis adalah teknologi aneka tanaman sereal, pengolahan dan rekayasa komoditas rumput laut coklat dan hasil perikanan, serta kopi. Sedangkan secara umum juga menekuni pengolahan aneka komoditas pertanian. Saat ini penulis sedang menekuni dan meneliti tentang Pengembangan Produk Pangan Fungsional Mengandung Senyawa Bioaktif dari Ekstrak Kacang Lebu (*Cajanus sp.*) dan aneka kacang lainnya. Hibah penelitian dengan dana luar negeri juga pernah didapatkan penulis, diantaranya SEARCA PhD Research Scholarship untuk pendanaan penelitian S3 dan sebagai tim dalam kegiatan SEARCA SFRT Project (2016-2018).



**Dr. Atina Rahmawati, STP, MP.** dilahirkan di Kota Surabaya pada tanggal 21 November 1985. Penulis menyelesaikan pendidikan program Sarjana (S-1) di Universitas Brawijaya Malang pada Program Studi Teknologi Hasil Pertanian pada tahun 2006. Program Strata 2 (S-2) diselesaikan penulis pada tahun 2010 pada Program Magister Teknologi Hasil Pertanian di Universitas Brawijaya Malang. Program Strata 3 (S-3) diselesaikan penulis pada tahun 2018 pada Program Doktor Ilmu Pangan di Universitas Gadjah Mada. Penulis adalah Dosen pada Program Studi Teknologi Industri Pertanian Fakultas Pertanian di Universitas Tribhuwana Tunggaladewi Malang. Bidang tema penelitian utama yang digeluti oleh penulis adalah teknologi aneka tanaman serealia dan kacang-kacangan, gizi pangan dan pangan fungsional. Saat ini penulis sedang meneliti tentang Pengembangan Produk Pangan Fungsional Dari Bahan Kacang Koro Pedang Putih (*Canavalia ensiformis L.*) Dengan Penggunaan Teknologi Autoclaving-Cooling dan aneka kacang lainnya.



**Lorine Tantal, S.Pi., MP., M.Sc** adalah tenaga pengajar pada Program Studi Teknologi Industri Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Tribhuwana Tunggaladewi Malang. Penulis telah menyelesaikan studi Sarjana Perikanan (S1) ditahun 2008 pada Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya Malang, Magister Pertanian (S2) di tahun 2012 dan Master of Science bidang bioteknologi pada Program Double Degree Pascasarjana Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya dan KingMongkut's University of Technology Thonburi

di tahun 2012 pula. Penulis mengikuti berbagai pelatihan bioteknologi, antara lain Pelatihan dan Workshop Polymerase Chain Reaction di Laboratorium Pasar Kemis PT Centralproteina Prima, Jakarta, Workshop Penulisan Buku di UNITRI (tahun 2016), dan telah tersertifikasi kompeten menjadi penulis buku non-fiksi dari Sertifikasi Kompetensi BNSP (tahun 2021 - 2023). Beberapa buku yang disusun dengan judul Pengantar Mikrobiologi Industri: Kunci Sukses Fermentasi, Rekayasa Pengolahan Produk Agroindustri, Saponin: Pereduksi Formalin, dan Sukses Berwirausaha Industri: Manisan Buah Nangka Kering. Perancangan dan Pengembangan Produk: Pasta Bawang (Shallot Paste). Masing-masing buku tersebut juga telah didaftarkan untuk memperoleh Hak Kekayaan Intelektual Buku.



**Sudirman. S.TP., M.T.** dilahirkan di Bojonegoro, 10 Desember 1994. Saat ini penulis adalah Dosen pada Program Studi Teknologi Industri Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Tribhuwana Tunggaladewi Malang. Pendidikan terakhir penulis adalah S2 Magister Teknik (S2) Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya Malang. Penulis fokus di bidang Manajemen Agroindustri dan analisis data. Mengikuti berbagai pelatihan dan workshop diantaranya Pelatihan Six Sigma, Pelatihan SPPS dan Pelatihan SEM With Smart PLS, With AMOS dan R Studio.



# GIZI PRODUK AGROINDUSTRI

Buku Gizi Produk Agroindustri ini berisi tentang aspek pengolahan bahan pangan hasil pertanian, kerusakan bahan, senyawa gizi, dan senyawa bioaktif. Dalam buku ini juga dibahas mengenai hasil penelitian yang berkaitan dengan komponen gizi dan senyawa bioaktif dari biji tanaman legum dan kacang hitam lokal khas Pulau Lombok Nusa Tenggara Barat (NTB).

*forind*  
Penerbit

Penerbit Forind  
Jl. Raya Tlogomas V No. 24  
Tlogomas Malang 65141  
Telp. 081233992973  
Email : forind\_publishing@yahoo.com

ISBN 978-623-99722-5-7

