

ILMU BAHAN PANGAN

Ika Gusriani
Santi Dwi Astuti
Rahmawati
Usman Pato
Eka Ruriani
Herianus J.D. Lalel
Ulfah Anis
I Ketut Budaraga
Gemini E M Malelak
Nancy Kiay
Andri Nofreeana
Abdullah Mutis
Soraya Kusuma Putri



ILMU BAHAN PANGAN

**Ika Gusriani
Santi Dwi Astuti
Rahmawati
Usman Pato
Eka Ruriani
Herianus J.D. Lalel
Ulfah Anis
I Ketut Budaraga
Gemini E M Malelak
Nancy Kiay
Andri Nofreeana
Abdullah Mutis
Soraya Kusuma Putri**



CV HEI PUBLISHING INDONESIA

ILMU BAHAN PANGAN

Penulis :

Ika Gusriani
Santi Dwi Astuti
Rahmawati
Usman Pato
Eka Ruriani
Herianus J.D. Lalel
Ulfah Anis
I Ketut Budaraga
Gemini E M Malelak
Nancy Kiay
Andri Nofreana
Abdullah Mutis
Soraya Kusuma Putri

ISBN : 978-623-09-9751-8

Editor : Lira Muhardi, S.Pt.

Penyunting : Gebi Dwi Syafitri, S.Pd.

Desain Sampul dan Tata Letak : Ririn Novita Sari, SE.

Penerbit : CV HEI PUBLISHING INDONESIA

Nomor IKAPI 043/SBA/2023

Redaksi :

Jl. Air Paku No.29 RSUD Rasidin, Kel. Sungai Sapih, Kec Kuranji

Kota Padang Sumatera Barat

Website : www.HeiPublishing.id

Email : heipublishing.id@gmail.com

Cetakan pertama, April 2024

Hak cipta dilindungi undang-undang

Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk
dan dengan cara apapun tanpa izin tertulis dari penerbit.

KATA PENGANTAR

Buku Ilmu Bahan Pangan ini, dirancang sebagai panduan komprehensif dalam memahami ilmu bahan pangan. Ilmu Pengetahuan Bahan Pangan adalah suatu ilmu yang mempelajari sifat-sifat fisik dan kimia dari komponen-komponen yang tersusun didalam bahan makanan hewani maupun nabati, termasuk nilai gizi dari bahan makanan tersebut; dan sifat-sifat ini dihubungkan dengan segi produksi serta perlakuan sebelum dan sesudah panen seperti penyimpanan, pengolahan, pengawetan, distribusi, pemasaran sampai ke konsumsinya dengan tidak melupakan pula hubungannya dengan keamanan para konsumen. Buku ini membahas mengenai sifat fisik dan kimiawi dari komponen yang tersusun dalam bahan makanan pokok, lauk-pauk, buah dan sayur, susu, termasuk nilai gizinya dan reaksi-reaksi yang terjadi dalam bahan makanan sewaktu kondisinya mengalami perubahan pada proses persiapan, pengolahan, penyimpanan, dan pembusukan.

Kami berharap buku ini membantu Anda dalam memahami Ilmu Bahan Pangan sehingga dapat bermanfaat dalam penerapan di kehidupan sehari-hari.

Padang, April 2024

Penulis

DAFTAR ISI

| | |
|--|-------------|
| KATA PENGANTAR | i |
| DAFTAR ISI | ii |
| DAFTAR GAMBAR | vi |
| DAFTAR TABEL | viii |
| BAB 1 TEORI ILMU BAHAN PANGAN..... | 1 |
| 1.1 Pendahuluan..... | 1 |
| 1.2 Komposisi Bahan Pangan | 3 |
| 1.3 Sifat-sifat Fisik, Kimia dan Biologis Bahan Pangan | 6 |
| 1.4 Pengolahan Bahan Pangan | 7 |
| 1.5 Mikrobiologi dan Keamanan Pangan | 13 |
| DAFTAR PUSTAKA | 17 |
| BAB 2 KONSEP PANGAN SEBAGAI SUMBER ZAT GIZI DAN PENGGOLONGAN BAHAN PANGAN | 21 |
| 2.1 Pendahuluan..... | 21 |
| 2.2 Zat Gizi Pangan..... | 23 |
| 2.3 Penggolongan Bahan Pangan | 31 |
| DAFTAR PUSTAKA | 38 |
| BAB 3 KERUSAKAN BAHAN PANGAN..... | 41 |
| 3.1 Pengertian Kerusakan Bahan Pangan..... | 41 |
| 3.2 Jenis Jenis Kerusakan Bahan Pangan..... | 43 |
| 3.3 Faktor Penyebab Kerusakan Bahan Pangan | 47 |
| 3.4 Dampak Kerusakan Bahan Pangan..... | 51 |
| DAFTAR PUSTAKA | 59 |
| BAB 4 BUAH DAN SAYUR SEBAGAI BAHAN PANGAN | 61 |
| 4.1 Pendahuluan..... | 61 |
| 4.2 Definisi Buah dan Sayur..... | 62 |
| 4.3 Kandungan Buah dan Sayur | 64 |
| 4.4 Produk Olahan Buah-Buahan | 79 |
| DAFTAR PUSTAKA | 84 |

| | |
|--|------------|
| BAB 5 SEREALIA SEBAGAI BAHAN PANGAN | 87 |
| 5.1 Pendahuluan | 87 |
| 5.2 Beras..... | 88 |
| 5.3 Jagung..... | 94 |
| 5.4 Gandum..... | 100 |
| 5.5 Sorgum | 101 |
| DAFTAR PUSTAKA | 104 |
| BAB 6 KACANG-KACANGAN SEBAGAI BAHAN PANGAN | 107 |
| 6.1 Pendahuluan | 107 |
| 6.2 Jenis Kacang-kacangan, Potensi Produksi dan Kandungan Gizi | 108 |
| 6.3 Produk Olahan Kacang-kacangan | 112 |
| 6.4 Aspek Keamanan dan Kesehatan Pangan Kacang-kacangan | 117 |
| DAFTAR PUSTAKA | 119 |
| BAB 7 UMBI-UMBIAN SEBAGAI BAHAN PANGAN..... | 121 |
| 7.1 Pendahuluan | 121 |
| 7.2 Jenis Umbi-umbian dan Kandungan nutrisinya | 121 |
| 7.3 Diversifikasi Produk Pangan dari Umbi-umbian | 125 |
| DAFTAR PUSTAKA | 131 |
| BAB 8 TELUR SEBAGAI BAHAN PANGAN..... | 133 |
| 8.1 Pendahuluan | 133 |
| 8.2 Manfaat Telur..... | 136 |
| 8.3 Struktur Telur..... | 137 |
| 8.4 Komponen Gizi Telur Sebagai Bahan Pangan..... | 141 |
| 8.5 Telur Sebagai Bahan Pangan | 143 |
| 8.6 Macam Olahan Telur Sebagai Bahan Pangan | 145 |
| 8.9 Pengawetan Telur..... | 148 |
| 8.10 Keunggulan Telur Sebagai Olahan Pangan | 149 |
| 8.11 Hal-Hal Penting diperhatikan pada Pengolahan Telur Menjadi Bahan Pangan | 151 |
| 8.11 Keuntungan dan Kerugian Penggunaan Telur Sebagai | |

| | |
|--|------------|
| Bahan Pangan | 153 |
| 8.12 Tepung Telur Ayam: Nilai Gizi, Sifat Fungsional dan Manfaat | 155 |
| DAFTAR PUSTAKA | 170 |
| BAB 9 DAGING SEBAGAI BAHAN PANGAN | 175 |
| 9.1 Pendahuluan..... | 175 |
| 9.2 Karkas dan Otot..... | 176 |
| 9.3 Histologi Otot | 178 |
| 9.4 Otot menjadi Daging | 181 |
| 9.5 Sifat Fisik Daging | 183 |
| 9.6 Sifat Kimia Daging..... | 186 |
| 9.7. Mikroba pada Daging | 189 |
| DAFTAR PUSTAKA | 194 |
| BAB 10 SUSU SEBAGAI BAHAN PANGAN | 201 |
| 10.1 Pendahuluan..... | 201 |
| 10.2 Konsep Teoritis..... | 202 |
| 10.3 Susu Sapi Murni | 205 |
| 10.4 Susu Hewani..... | 206 |
| 10.5 Susu Nabati..... | 207 |
| 10.6 Macam-Macam Susu Hewani | 208 |
| 10.7 Penanganan, Pengawetan dan Pengolahan Susu | 222 |
| DAFTAR PUSTAKA | 233 |
| BAB 11 IKAN SEBAGAI BAHAN PANGAN | 237 |
| 11.1 Pendahuluan..... | 237 |
| 11.2 Karakteristik Ikan | 238 |
| 11.3 Persyaratan Mutu Ikan Segar | 241 |
| 11.4 Kandungan Gizi Ikan | 243 |
| 11.5 Kandungan Bioaktif pada Ikan | 253 |
| DAFTAR PUSTAKA | 262 |

| | |
|---|------------|
| BAB 12 BAHAN PENYEGAR SEBAGAI BAHAN PANGAN | 267 |
| 12.1 Pendahuluan | 267 |
| 12.2 Kafein..... | 268 |
| 12.3 Menthol | 309 |
| 12.4 Capsaicin (Cabai) | 325 |
| DAFTAR PUSTAKA | 331 |
| BAB 13 PENGEMASAN PANGAN..... | 335 |
| 13.1 Pendahuluan | 335 |
| 13.2 Kemasan | 336 |
| 13.3 Fungsi Kemasan | 336 |
| 13.4 Jenis-jenis kemasan..... | 339 |
| 13.5 Peranan kemasan..... | 344 |
| DAFTAR PUSTAKA | 345 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|-----|
| Gambar 5. 1. Perkembangan Produksi Beras di Indonesia (juta ton beras) Periode 2022–2024* | 89 |
| Gambar 5. 2. Struktur Bulir Padi (Gabah) | 91 |
| Gambar 5. 3. Performa Fisik Beras Indica Rice, Javanica Rice, Dan Japonica Rice | 93 |
| Gambar 5. 4. Performa Fisik Beras (A), dan Beras Hasil Rekayasa Genetika Golden Rice Generasi 1 (B) Dan Generasi 2 (C)..... | 94 |
| Gambar 5. 5. Perkembangan Produksi Jagung Pipilan Kering Kadar Air 14% (JPK KA 14 Persen) di Indonesia (Juta Ton) Periode 2020-2024 (Sumber: BPS 2024b) | 95 |
| Gambar 5. 6. Struktur Biji Jagung..... | 97 |
| Gambar 5. 7. Jenis-Jenis Jagung Berdasarkan Komposisi Endosperm..... | 98 |
| Gambar 7. 1. Talas (Dokumentasi Penulis)..... | 123 |
| Gambar 7. 2. Ubi Jalar (Dokumentasi Penulis) | 123 |
| Gambar 7. 3. (A) NaCHO_3 6% dan lama perebusan 10 menit (B) NaCHO_3 6% dan lama perebusan 20 menit (C) NaCHO_3 6% dan lama | 127 |
| Gambar 7. 4. Umbi Suweg..... | 128 |
| Gambar 8. 1. Potongan melintang telur | 140 |
| Gambar 9. 1. Susunan serabut otot skeletal. | 180 |
| Gambar 10. 1. Susu Kedelai | 217 |
| Gambar 10. 2. Susu Almond..... | 219 |
| Gambar 10. 3. Susu Gandum..... | 220 |
| Gambar 10. 4. Susu Kental Manis | 226 |
| Gambar 10. 5 Mentega..... | 227 |
| Gambar 10. 6. Keju | 229 |
| Gambar 10. 7. Khafir..... | 230 |

| | |
|---|-----|
| Gambar 10. 8. Yoghurt | 231 |
| Gambar 10. 9. Yakult | 232 |
| Gambar 11. 1. Aktivitas penghambatan ACE <i>Hemibagrus</i> <i>nemurus</i> dari budidaya, alam dan kaptopril..... | 258 |

DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel 2. 1. Kandungan karbohidrat dari berberapa jenis sereal dan umbi-umbian..... | 32 |
| Tabel 2. 2. Kandungan protein dari beberapa jenis kacang- kacangan (g/100g bahan) | 33 |
| Tabel 2. 3. Komposisi asam amino pada kacaang tanah (mg/g total nitrogen)..... | 33 |
| Tabel 2. 4. Jenis sayur-sayuran dan buah-buahan dari bagian- bagian tanaman yang berbeda | 34 |
| Tabel 2. 5. Kandungan zat gizi aneka sayur dan buah (per 100 g bagian yang dapat dimakan) | 35 |
| Tabel 2. 6. Kandungan lemak/minyak pada beberapa bahan nabati | 35 |
| Tabel 2. 7. Kandungan zat gizi dari beberapa jenis rumput laut | 36 |
| Tabel 2. 8. Kandungan protein dan lemak dari beberapa jenis ikan dan <i>seafood</i> (per 100 g bagian yang dapat dimakan)..... | 37 |
| Tabel 4. 1. Kandungan air dalam beberapa buah dan sayur tropis | 64 |
| Tabel 4. 2. Kandungan kalori dalam beberapa buah dan sayur tropis | 66 |
| Tabel 4. 3. Kandungan karbohidrat dalam beberapa buah dan sayur tropis..... | 67 |
| Tabel 4. 4. Kandungan protein dalam beberapa buah dan sayur tropis | 69 |
| Tabel 4. 5. Kandungan lemak dalam beberapa buah dan sayur tropis | 70 |
| Tabel 4. 6. Kandungan vitamin dalam beberapa buah dan sayur tropis | 71 |
| Tabel 4. 7. Kandungan mineral dalam beberapa buah dan sayur tropis | 73 |

| | |
|--|-----|
| Tabel 5. 1. Perbedaan Karakteristik Varietas Beras Berdasarkan Warna | 90 |
| Tabel 5. 2. Perbedaan Karakteristik <i>Hard Wheat</i> dan <i>Soft Wheat</i> | 101 |
| Tabel 6. 1. Keberagaman tanaman kacang di Indonesia dan komposisi gizi makro | 108 |
| Tabel 6. 2. Beberapa varietas kacang utama dan komposisi protein dan lemak | 111 |
| Tabel 7. 1. Komposisi umbi talas segar per 100 g bahan | 122 |
| Tabel 7. 2. Komposisi ubi jalar per 100 g bahan..... | 125 |
| Tabel 8. 1. Persyaratan Tingkatan Mutu Telur | 141 |
| Tabel 8. 2. Kandungan gizi telur ayam kampung dan telur ayam ras..... | 157 |
| Tabel 8. 3. Jenis dan karakteristik protein putih telur ayam ras | 160 |
| Tabel 8. 4. Karakteristik fungsional telur ayam ras..... | 161 |
| Tabel 8. 5. Karakteristik fungsional tepung telur ayam ras hasil pengeringan dengan oven dan pengering semprot | 165 |
| Tabel 8. 6. Nilai gizi tepung telur, putih telur dan kuning telur ayam ras | 168 |
| Tabel 8. 7. Standar Tepung telur, tepung putih telur dan tepung kuning telur..... | 169 |
| Tabel 10. 1. Mutu Susu Segar | 211 |
| Tabel 10. 2. Komposisi zat gizi susu kerbau..... | 213 |
| Tabel 10. 3. Komposisi zat gizi susu sapi..... | 215 |
| Tabel 11. 1. Komposisi Asam Amino pada Ikan Laut, Payau dan Tawar (%relatif)..... | 245 |
| Tabel 11. 2. Profil dan Jumlah Vitamin Pada Ikan Air Laut dan Ikan Air Tawar (mg/100 gr | 251 |
| Tabel 11. 3. Profil Jumlah Mineral Pada Ikan Air Laut dan Ikan Air Tawar (mg/100 gr)..... | 252 |
| Tabel 11. 4. Potensi peptida bioaktif ACE inhibitor pada protein ikan lemuru | 256 |

Tabel 11. 5. Kandungan asam lemak omega-3 polyunsaturated
sumber dari laut. 260

BAB 1

TEORI ILMU BAHAN PANGAN

Oleh Ika Gusriani

1.1 Pendahuluan

Seiring perkembangan zaman, manusia telah mengalami perubahan dan kesadaran yang signifikan terkait pola makan, pemrosesan makanan dan produksi pangan. Fokus-fokus penelitian terkini terkait pengembangan pangan terus mengalami perbaikan seperti pemahaman sifat dari komposisi penyusun suatu bahan, bagaimana proses pengolahan yang meminimalkan kerusakan komponen gizi, memaksimalkan potensi masing-masing komponen bahan pangan untuk kesehatan manusia, dan juga regulasi serta keamanan pangan yang diproduksi. Makanan umumnya tidak dimakan dalam bentuk mentahnya, tetapi kebanyakan diolah menjadi berbagai bentuk dan jenis makanan (Muchtadi & Sugiyono, 2013). Pengolahan bahan mentah menjadi produk pangan memerlukan sejumlah pengetahuan tentang karakter bahan pangan yang digunakan, pengetahuan ini disebut pengetahuan atau ilmu bahan pangan.

Ilmu bahan pangan menjadi sangat penting terutama pada bidang industri pangan, kesehatan masyarakat dan keamanan pangan secara global. Pengembangan ilmu bahan pangan dimulai dari pengetahuan tentang pangan yang melibatkan peningkatan

mutu dan jumlah bahan pangan secara optimal, dengan memperlihatkan nilai gizi dan keamanan pangan, serta aspek praktis dari seluruh proses produksi, pengolahan, pengawetan, distribusi dan penggunaannya (Buckle et al., 2009).

Pengetahuan terkait ilmu bahan pangan menjadi sangat penting dalam upaya mengantisipasi dan mengatasi permasalahan-permasalahan pangan secara global seperti semakin berkurangnya bahan baku dan pasokan makanan di beberapa wilayah akibat bencana dan kondisi sosial ekonomi lainnya, kelaparan, malnutrisi serta sejumlah kasus keracunan dan keamanan pangan yang diproduksi. Perkembangan pengetahuan terkait pengolahan bahan pangan diharapkan dapat meningkatkan produksi pangan secara berkelanjutan, menghasilkan pangan yang berkualitas dan aman, mengurangi limbah dari pengolahan bahan pangan, dan mampu meningkatkan akses pangan bagi populasi yang rentan. Selain itu, pemahaman tentang bahan pangan juga diharapkan mampu mendukung pengembangan inovasi di bidang pengolahan produk pangan sehingga berdampak pada peningkatan nilai tambah dari produk olahan pangan, penyerapan tenaga kerja, dan peningkatan ekonomi pelaku usaha dan industri olahan pangan.

Buku ilmu bahan pangan ini bertujuan untuk memberikan pemahaman tentang karakteristik bahan pangan baik dari segi fisik, kimia maupun mikrobiologinya; perubahan-perubahan yang terjadi pada bahan pangan untuk menilai dan menetapkan mutu bahan tersebut; produksi serta pengolahan; distribusi dan konsumsi pangan yang aman, berkualitas dan berkelanjutan; inovasi produk pangan. Buku ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai sumber ilmu pengetahuan yang penting untuk mahasiswa, peneliti dan praktisi yang bergerak di bidang pangan untuk

mengembangkan dan meningkatkan kualitas produk pangan yang dihasilkan.

1.2 Komposisi Bahan Pangan

Komposisi bahan pangan adalah salah satu aspek penting dalam memahami nilai gizi dan kualitas suatu produk pangan. Pada sub-bab ini, akan dibahas berbagai komponen yang menyusun bahan pangan, mulai dari karbohidrat, protein, lemak, vitamin, mineral, air dan serat. Setiap bahan pangan memberikan peranannya sendiri dalam menghasilkan energi, menyusun jaringan tubuh, dan menjaga kesehatan secara keseluruhan.

1.2.1. Karbohidrat

Secara umum definisi karbohidrat adalah senyawa organik yang memiliki kandungan Karbon, Hidrogen, dan Oksigen, dan pada umumnya unsur karbon, Hidrogen dan Oksigen dalam komposisi menghasilkan H_2O (Proverawati & Wati, 2011). Berdasarkan struktur kimianya, karbohidrat terdiri dari monosakarida, disakarida, dan polisakarida (Muntikah & Razak, 2017).

Monosakarida adalah kelompok karbohidrat yang paling sederhana, biasanya berasa manis, larut dalam air dan dapat dikristalkan seperti Glukosa, fruktosa dan Galaktosa (Khomsan et al., 2004). Disakarida merupakan bentuk dari dua molekul monosakarida yang berikatan secara kimia melalui ikatan glikosida dengan membebaskan 1 molekul air seperti Sukrosa, Maltosa dan Laktosa (Khomsan et al., 2004; Andarwulan et al., 2011). Sedangkan Polisakarida merupakan jenis karbohidrat yang kompleks, banyak

gula sederhana yang diikat bersama sebagai suatu rantai lurus (amilosa) atau rantai bercabang (amilopektin) seperti pati, glikogen dan selulosa (Khomsan et al., 2004).

1.2.2. Protein

Kandungan protein dalam bahan pangan bervariasi baik dari segi jenis maupun jumlahnya. Bahan pangan hewani, seperti telur, daging, susu dan ikan, bersama dengan leguminosa, seperti kacang-kacangan, serta sereal, seperti beras, gandum dan jagung, umumnya memiliki kandungan protein yang tinggi (Andarwulan et al., 2011). Protein merupakan polipeptida alami yang memiliki sifat fisik yang berbeda-beda, mulai dari enzim yang larut dalam air sampai keratin yang tidak larut seperti rambut dan tanduk. Protein memiliki fungsi biologis yang berbeda-beda yaitu : sebagai katalis enzim, transportasi dan penyimpanan, mekanik (pembentuk struktur), pergerakan, pelindung dan sebagai proses informasi (Ngili, 2010).

1.2.3. Lemak

Lemak disebut juga lipid merupakan suatu zat yang kaya akan energi, berfungsi sebagai sumber energi yang utama untuk proses metabolisme tubuh (Proverawati & Wati, 2011). Molekul lemak terdiri dari unsur karbon, hidrogen, dan oksigen. Lemak ada yang berbentuk cair dan ada pula yang berbentuk padatan (Muchtadi & Sugiyono, 2013). Lemak dapat dibedakan menjadi dua, pertama lemak yang dapat dilihat (margarine, minyak kelapa dan lainnya), serta lemak yang tidak dapat dilihat (lemak yang terdapat di dalam susu, kacang, kemiri dan lainnya) (Apriyanto, 2022).

1.2.4. Vitamin dan Mineral

Vitamin merupakan senyawa organik kompleks yang penting untuk pertumbuhan dan berbagai fungsi biologis dalam tubuh. Tubuh tidak dapat mensintesis vitamin kecuali vitamin K, sehingga tubuh sangat membutuhkan vitamin meskipun dalam jumlah yang kecil (Irianto, 2013). Secara total tubuh memerlukan vitamin yang terdiri dari vitamin larut lemak (A, D, E, K) dan vitamin yang larut air (C, B1(thiamine), B2 (Riboflavin), B3 (Niasin) , B5 (Asam Pantotenat), B6 (Piridoksin), B7 (Biotin), B9 (Asam Folat) dan B 12 (Kobalamin)) (Yuniarti & Ramadani, 2023); (Khomsan et al., 2004).

Bahan pangan mengandung jumlah abu atau bahan anorganik yang berbeda-beda, yang terdiri dari berbagai jenis mineral dengan komposisi yang bervariasi tergantung pada jenis dan asal bahan pangan tersebut (Andarwulan et al., 2011). Informasi terkait kandungan mineral pada bahan pangan sangat penting untuk mendapatkan mineral yang sesuai kebutuhan tubuh. Setiap hari, 10-30 g mineral dibuang oleh tubuh, dan ini harus diganti secara teratur dan tetap melalui makanan yang dikonsumsi setiap hari (Irianto, 2013). Tubuh manusia memerlukan sejumlah mineral seperti Natrium dan klorida, kalium, kalsium, fosfor, magnesium, sulfur, besi, iodium, zink dan flour (Andarwulan et al., 2011).

1.2.5. Air

Ada tiga bentuk air yang ada dalam bahan pangan, yaitu sebagai pelarut atau pendispersi komponen bahan pangan, yang terserap atau terkondensasi pada permukaan internal atau eksternal komponen bahan padat pangan, dan yang terikat secara kimia

dalam bentuk hidrat (Andarwulan et al., 2011). Air dalam bahan pangan merupakan bagian seutuhnya dari bahan pangan itu sendiri, air tersebut dapat berupa air bebas atau terikat (Effendi, 2012).

1.3 Sifat-sifat Fisik, Kimia dan Biologis Bahan Pangan

Pengetahuan tentang sifat fisik, kimia dan fungsional bahan pangan merupakan hal yang sangat penting agar dapat memanfaatkan bahan pangan dalam industri pengolahan secara tepat dan efisien. Selain itu juga mampu meningkatkan kualitas produk dan pemenuhan perkembangan pola makan yang menuntut pemenuhan aspek kesehatan, gizi berimbang dan aman. Pengetahuan tentang sifat fisik, kimia dan fungsional bahan pangan perlu disesuaikan dengan bahan pangan yang digunakan. Bahan pangan merupakan bahan yang digunakan untuk menghasilkan pangan (Saputra & Marianah, 2018).

1.3.1. Sifat Fisik

Sifat fisik dapat berupa alometrik, tekstur, kekenyalan, koefisien gesek dan konduktivitas panas. Pengetahuan terkait sifat fisik sangat dibutuhkan untuk menentukan metode penanganan dan bagaimana mendesain peralatan pengolahan terutama yang bersifat otomatis.

1.3.2. Sifat Kimia

Karakteristik kimiawi dari bahan pangan dipengaruhi oleh komposisi senyawa kimia yang ada pada saat panen atau penangkapan hingga proses pengolahan. Perubahan dalam komposisi senyawa kimia tersebut dapat dipengaruhi oleh faktor-

faktor seperti tingkat kematangan biologis, jenis kelamin, kematangan seksual, suhu, pasokan makanan ataupun pupuk, stres, serta parameter lingkungan lainnya (Saputra & Marianah, 2018).

1.3.3. Sifat Biologis

Sifat biologis memiliki peranan yang sangat penting dalam merancang proses penanganan selama pengolahan. Sifat biologis utama dalam bahan pangan adalah kandungan mikroorganismenya. Sebagian besar bahan pangan memiliki sejumlah mikroorganisme sejak dipanen/ditangkap. Mikroorganisme ini tersebar diseluruh permukaan bahan, ada yang berupa mikroba alami (flora alami) ada juga merupakan hasil kontaminasi bahan (Saputra & Marianah, 2018).

1.4 Pengolahan Bahan Pangan

Pemahaman pengolahan bahan pangan merupakan salah satu hal yang sangat penting untuk memenuhi harapan dan target hasil olahan pangan yang aman, bermutu dan bergizi serta memenuhi kaidah keamanan pangan yang sehat. Semakin berkembangnya pemahaman masyarakat terkait pengolahan pangan, para pelaku industri makanan dituntut untuk lebih mengoptimalkan bahan baku dengan efisien dan tepat pengolahan. Proses pengolahan bahan pangan ini diharapkan dapat mengupayakan pangan yang diolah dapat memenuhi aspek gizi yang baik, aman dan berkualitas.

1.4.1. Metode-metode Pengolahan

Metode pengolahan bahan pangan merupakan serangkaian proses teknologi yang ditujukan untuk mengubah bahan pangan mentah menjadi produk yang siap dikonsumsi atau produk yang siap disimpan dalam jangka waktu yang lebih lama. Ada berbagai metode pengolahan bahan pangan antara lain :

1. Pengawetan dengan suhu rendah

Penyimpanan bahan pangan pada suhu rendah dapat menghambat kerusakan, antara lain kerusakan fisiologis, enzimatis, maupun mikrobiologis (Effendi, 2012). Proses pengawetan dengan suhu rendah terbagi menjadi 2 yakni proses pendinginan dan pembekuan. Proses pendinginan merupakan pengolahan dengan cara menyimpan bahan pangan pada suhu -2°C sampai 10°C , sedangkan pembekuan merupakan pengolahan dengan menggunakan suhu beku yakni antara -12°C sampai -24°C (Kristiandi et al., 2024)

2. Pengawetan dengan suhu tinggi (proses termal)

Pengawetan dengan menggunakan suhu tinggi merupakan suatu proses penggunaan suhu panas yang terkontrol, sehingga sering disebut sebagai proses pemanasan secara komersial (Afrianti, 2013). Ada tiga jenis proses termal dalam proses pengolahan yakni :

- a. Blanching, proses pemanasan bahan pangan dengan uap atau air panas secara langsung pada suhu kurang dari 100°C selama kurang dari 10 menit dengan tujuan utama adalah menginaktifkan enzim yang tidak diinginkan yang mungkin dapat mengubah warna, tekstur, citarasa maupun nilai nutrisinya selama penyimpanan

- b. Pasteurisasi, dilakukan pada suhu kurang dari 100°C dengan variasi waktu berbeda-beda tergantung dari tingginya suhu yang digunakan, semakin tinggi suhu semakin singkat waktu pemanasannya, bertujuan untuk menginaktifkan sel vegetatif mikroba patogen atau pembusuk
- c. Sterilisasi komersial, melibatkan proses di mana produk telah diolah sedemikian rupa sehingga tidak ada mikroorganisme yang masih hidup, meskipun masih mungkin terdapat spora bakteri yang tidak aktif. Tujuannya adalah untuk menginaktifkan spora mikroba pembusuk, terutama yang bersifat anaerobik (Muchtadi & Sugiyono, 2013).

3. Pengawetan Non Thermal

Variasi pengolahan makanan sangat bergantung pada penggunaan pemrosesan secara termal konvensional, yang dapat menimbulkan ancaman besar terhadap komponen makanan yang labil terhadap panas, seperti pigmen, senyawa-senyawa antioksidan dan senyawa bioaktif lainnya, untuk mempertahankan nutrisi yang labil ini diperlukan sejumlah inovasi dan desain proses yang kompleks, salah satunya penggunaan metode non thermal (Orellana et al., 2017). Metode pengolahan non-termal menarik minat para ilmuwan makanan dan pengemasan makanan, produsen dan konsumen karena metode ini memberikan dampak minimal terhadap nutrisi dan sifat sensori makanan, serta memperpanjang umur simpan dengan menghambat atau membunuh mikroorganisme (Morris et al., 2007). Tekanan hidrostatik tinggi (High Hydrostatic Pressure/HHP), medan listrik

gelombang (Pulsed Electric Field/PEF), ultrasound, Plasma dingin (Cold Plasma/CP), dan Gelombang Cahaya (Pulsed Light/PL) merupakan teknik-teknik non-thermal utama yang digunakan dalam industri makanan (Koker et al., 2020).

4. Pengolahan dengan cara pengeringan proses pengawetan dengan cara pengeringan merupakan metode tertua dalam mengolah bahan pangan. Pengeringan bertujuan untuk memindahkan air dengan sengaja dari bahan pangan dengan terjadinya proses penguapan (Dwiari et al., 2008). Metode pengeringan terdiri dari :
 - a. Penjemuran, menggunakan sinar matahari langsung sebagai energi panas.
 - b. Pengeringan buatan (menggunakan alat pengering), digunakan kontrol terhadap kelembaban udara, kecepatan aliran udara dan waktu pengeringan
 - c. Pengeringan secara pembekuan (*freeze drying*), merupakan proses pelepasan air dari suatu produk dengan cara sublimasi dari es menjadi uap air. Bahan terlebih dahulu dibekukan dan air dikeluarkan dari bahan secara sublimasi, sehingga prosesnya adalah perubahan dari padat menjadi uap dan proses ini dilakukan dalam keadaan vakum (tekanan lebih kecil dari 4 mm Hg), dengan suhu sekitar (-12,2⁰C) menghasilkan bahan pangan yang terhindar dari kerusakan kimiawi dan mikrobiologis (Muchtadi & Sugiyono, 2013).

5. Pengolahan dengan penggunaan garam, asam, gula dan bahan kimia

Proses pengolahan dengan menggunakan kadar garam yang tinggi bertujuan untuk menginaktifkan sejumlah mikroorganisme yang tidak tahan garam akan mati, kondisi selektif ini akan memungkinkan mikroorganisme yang tahan garam tinggi akan tumbuh (halotoleran), selain itu dengan kandungan garam yang tinggi pada suatu bahan akan menyebabkan tekanan osmotik yang tinggi dengan aktivitas air yang rendah (Estiasih & Ahmadi, 2011). Penggulaan biasanya digunakan pada proses pembuatan aneka produk makanan seperti selai, marmalade, sirup, jeli, buah-buahan yang diberi gula, dan lainnya yang bertujuan untuk memberikan rasa manis sekaligus sebagai pengawet (Dwiari et al., 2008). Apabila penggunaan gula dengan konsentrasi minimal 40% pada bahan, menyebabkan air yang ada menjadi berkurang dan hilang sehingga tidak memenuhi kondisi ideal pertumbuhan mikroorganisme dan aktivitas air dari bahan pangan pun berkurang (Buckle et al., 2009)

Pengasaman adalah suatu proses pengolahan dengan menurunkan pH sehingga mampu menghambat perkembangan mikroba pembusuk (Ayustaningwarno, 2014). Beberapa jenis asam yang umum digunakan selama pengolahan yakni asam sitrat, asetat, laktat, sorbat dan benzoat (Buckle et al., 2009).

Bahan kimia umumnya digunakan sebagai bahan tambahan makanan baik berupa bahan kimia alami maupun hasil sintesis yang sengaja ditambahkan ke dalam makanan untuk mempertahankan rasa, meningkatkan tekstur atau penampilan, meningkatkan umur simpan produk serta

karakteristik tertentu yang sering hilang selama proses pengolahan atau untuk fungsi teknologi lainnya (Tomaska & Brooke-Taylor, 2014; Bruna et al., 2018).

6. Pengolahan dengan fermentasi

Fermentasi adalah suatu metode pengawetan dengan menggunakan mikroorganisme tertentu untuk menghasilkan asam atau komponen lainnya yang dapat menghambat mikroorganisme perusak (Ayustaningwarno, 2014). Selain untuk memproduksi pangan, teknologi fermentasi juga digunakan untuk memproduksi ingredien pangan seperti enzim-enzim yang digunakan di industri pangan, misalnya amilase, enzim serupa renin, lipase, protease; pewarna misalnya angkak, pengawet misalnya bakteriosin, etanol; asam organik seperti asam sitrat, asetat, laktat dan propionat (Nuraida et al., 2022).

7. Pengolahan dengan pemanggangan dan penggorengan

Pemanggangan dan penggorengan merupakan dua proses yang umum digunakan dalam pengolahan bahan pangan. Pemanggangan adalah suatu teknik pemanasan kering yang digunakan untuk mengubah karakteristik sensori bahan pangan dengan tujuan membuat produk tersebut lebih disukai oleh konsumen. Disisi lain, penggorengan adalah suatu metode pemanasan yang melibatkan penggunaan minyak goreng sebagai medium untuk mentransfer panas bahan pangan yang bertujuan untuk pemanasan pada bahan pangan, pemasakan dan pengeringan bahan yang digoreng (Muchtadi & Sugiyono, 2013). Sewaktu melakukan penggorengan, terjadi perpindahan panas secara simultan sehingga mengakibatkan pangan

kehilangan kelembaban yang berdampak pada semakin panjang masa simpan produk (Kristiandi et al., 2024).

1.5 Mikrobiologi dan Keamanan Pangan

Mikrobiologi merupakan salah satu cabang ilmu yang mempelajari mikroorganisme, serta positif dan negatif dampak yang ada dengan keterlibatan mikroorganisme di lingkungan sekitar. Pada produk makanan, terutama khususnya berkaitan dengan keamanan makanan, pengetahuan tentang mikroorganisme sangat penting, karena keberadaan mikroorganisme dapat memberikan sejumlah kasus keracunan makanan jika tidak diolah dengan baik. Oleh karena itu perlunya pemahaman terkait mikroorganisme yang umum ada di dalam makanan sehingga dapat meminimalisir kasus keracunan pangan dan mampu memperpanjang masa simpan suatu makanan.

1. Mikrobiologi dalam Bahan Pangan

Keberadaan mikroorganisme sering ditemui dalam bahan pangan, sehingga sangat berkaitan erat dengan manusia sebagai pengguna bahan makanan. Pertumbuhan mikroorganisme pada makanan dapat mengakibatkan berbagai perubahan fisik maupun kimiawi yang sering kali tidak diinginkan, sehingga bahan pangan tersebut tidak layak untuk dikonsumsi atau digunakan (Buckle et al., 2009).

2. Pengaruh Mikroorganisme terhadap Kualitas Pangan

Keberadaan mikroorganisme sudah mutlak ada di setiap bahan pangan. Beberapa diantaranya bersifat menguntungkan (misalnya mikroba penghasil asam laktat pada produksi yoghurt), tetapi ada juga yang bersifat merugikan yang dapat

menyebabkan keracunan dan penyakit. Jenis mikroba yang kedua lebih dikenal sebagai mikroba patogen. Mikroba patogen dapat menyebabkan penyakit diare, sakit perut, muntah, sampai gagal ginjal dan dapat menyebabkan kematian (Hariyadi & Hariyadi, 2011). Selain itu, makanan yang terkontaminasi juga berperan sebagai penyebar penyakit menular yang cukup berbahaya seperti tifus, kolera, disentri, TBC dan poliomielitis dengan mudah disebarkan melalui bahan pangan (Buckle et al., 2009).

Peningkatan infeksi bawaan dari makanan telah menjadi masalah dan poin penting dalam peningkatan kesehatan masyarakat di seluruh dunia. Epidemiologi penyakit bawaan makanan yang disebabkan oleh mikroba telah berubah, tidak hanya karena populasi manusia yang semakin rentan terhadap penyakit dan perubahan gaya hidup, seperti lebih banyak makan di luar, mengkonsumsi makanan cepat saji, dan lebih sedikit waktu untuk menyiapkan makanan, selain itu juga dikarenakan semakin banyaknya ditemukan jenis mikroba patogen yang baru diketahui dan perkembangan teknologi yang terus dalam produksi, pemrosesan dan distribusi makanan (Meng & Doyle, 2002).

3. Prinsip Pengolahan dan Keamanan Pangan

Prinsip pengolahan pangan yang baik merupakan tujuan umum yang perlu diperhatikan jika seseorang ingin memproduksi pangan serta mampu memberikan jaminan keamanan dan mutu produk pangan yang dihasilkan. Secara sederhana prinsip pengolahan yang baik merumuskan syarat-syarat dan praktik yang baik khususnya yang berhubungan

dengan empat komponen penting yang perlu diperhatikan dengan ketat selama proses pengolahan yakni : sumber daya manusia yang terlibat selama proses pengolahan, bangunan dan fasilitas tempat produksi, mesin dan peralatan yang digunakan, serta cara pengolahan pangan dan cara pengendaliannya (Hariyadi & Hariyadi, 2011)

Keselamatan pangan telah menjadi suatu kebutuhan yang mendesak bagi konsumen dan menjadi faktor kunci dalam mempertahankan daya saing di pasar global. Ketidakmampuan produsen untuk memenuhi standar keamanan pangan dapat menjadi hambatan dalam upaya untuk meningkatkan ekspor pangan. Masalah standar dan perlindungan kesehatan serta keselamatan masyarakat dan lingkungan hidup diatur oleh tiga perjanjian yang disepakati oleh Organisasi Perdagangan Dunia (WTO) :

- a. TBT (*Technical Barriers to Trade*), menegaskan bahwa standar yang berlaku harus diterapkan secara tidak diskriminatif terhadap semua produk impor
- b. SPS (*Sanitary and Phytosanitary*), merupakan kebijakan yang bertujuan melindungi kehidupan atau kesehatan manusia, hewan dan tanaman dari berbagai risiko, yang mungkin timbul akibat masuknya atau adanya penyebaran hama, penyakit, organisme pembawa atau penyebab penyakit.
- c. AoA (*Agreement on Agricultural*), berisi kesepakatan untuk mengurangi hambatan perdagangan pertanian melalui program reformasi jangka panjang bertahap, dengan tujuan menciptakan sistem perdagangan hasil

pertanian yang adil dan berorientasi pasar (Khomsan et al., 2004).

DAFTAR PUSTAKA

- Afrianti, L. H. (2013). *Teknologi Pengawetan Pangan* (2 ed.). Alfabet Bandung.
- Andarwulan, N., Kusnandar, F., & Herawati, D. (2011). *Analisis Pangan* (1 ed.). PT. Dian rakyat.
- Apriyanto, M. (2022). *Pengetahuan Dasar Bahan Pangan* (1 ed.). CV. AA. Rizky.
- Ayustaningwarno, F. (2014). *Teknologi Pangan: Teori Praktis dan Aplikasi* (1 ed.). Graha Ilmu.
- Bruna, G. O. L., Thais, A. C. C., & Lígia, A. C. C. (2018). Food additives and their health effects: A review on preservative sodium benzoate. *African Journal of Biotechnology*, 17(10), 306–310. <https://doi.org/10.5897/ajb2017.16321>
- Buckle, K. ., Edwards, R. ., Fleet, G. ., & Wootton, M. (2009). *Ilmu Pangan* (1 ed.). Universitas Indonesia (UI-Press).
- Dwiari, S. R., Asadayanti, D. D., Nurhayati, Sofyaningsih, M., Yudhanti, S. F. A. ., & Yoga, I. B. K. (2008). *Teknologi Pangan* (T. Suganda (ed.)). Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.
- Effendi, M. S. (2012). *Teknologi Pengolahan dan Pengawetan Pangan* (1 ed.). Alfabet Bandung.
- Estiasih, T., & Ahmadi, K. (2011). *Teknologi Pengolahan Pangan* (R. Rachmatika (ed.); 2 ed.). PT Bumi Aksara.
- Hariyadi, P., & Hariyadi, R. D. (2011). *Memproduksi Pangan yang Aman* (R. Praptono (ed.); 1 ed.). Dian Rakyat.
- Irianto, K. (2013). *Solusi Sehat Peranan Vitamin dan Mineral bagi Kesehatan* (1 ed.). Yrama Widya.

- Khomsan, A., Setiawan, B., Kusharto, C., Pranadji, D. ., Karsin, E. S., Anwar, F., Riyadi, H., Hardiansyah, Roosita, K., Yuliati, L. N., Rimbawan, Retnaningsih, Madanijah, S., Sibarani, S., & Baliwati, Y. F. (2004). *Pengantar Pangan dan Gizi* (Y. F. Baliwati, A. Khomsan, & C. M. Dwiariani (ed.); 1 ed.).
- Koker, A., Okur, İ., Ozturkoglu-Budak, S., & Alpas, H. (2020). *Non-Thermal Preservation of Dairy Products* (hal. 1–25). <https://doi.org/10.4018/978-1-7998-1924-0.ch001>
- Kristiandi, K., Yusra, S., Iqbal, M., Gunawan, F., Puspasari, D. A., Nurhamzah, L. Y., Fitriani, V., Gusriani, I., Islamiyah, S. Al, Setiavani, G., Tiffany, M. H., Dahlan, S. A., Malau, K. M., & Saman, W. R. (2024). *Teknologi Pengolahan dan Hasil Pertanian: Prinsip, Metode, dan Teknologi* (A. Karim (ed.); 1 ed.). Yayasan Kita Menulis.
- Meng, J., & Doyle, M. P. (2002). Introduction. Microbiological food safety. *Microbes and Infection*, 4(4), 395–397. [https://doi.org/10.1016/S1286-4579\(02\)01552-6](https://doi.org/10.1016/S1286-4579(02)01552-6)
- Morris, C., Brody, A. L., & Wicker, L. (2007). Non-thermal food processing/preservation technologies: A review with packaging implications. *Packaging Technology and Science*, 20(4), 275–286. <https://doi.org/10.1002/pts.789>
- Muchtadi, T. R., & Sugiyono. (2013). *Prinsip Proses dan Teknologi Pangan* (1 ed.). CV. Alfabeta.
- Muntikah, & Razak, M. (2017). *Bahan Ajar Gizi: Ilmu Teknologi Pangan* (1 ed.). Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Ngili, Y. (2010). *Biokimia Dasar* (1 ed.). Rekayasa Sains.
- Nuraida, L., Hasanah, U., Athaya, D. R., & Refita, K. (2022). *Teknologi Fermentasi Pangan* (1 ed.). IPB Press.

- Orellana, L. E., de Lourdes Plaza, M., Pérez, F., Cedeño, Y., & Perales, O. (2017). Non-thermal Methods for Food Preservation. *Microbial Control and Food Preservation*, 9(8), 299–326. https://doi.org/10.1007/978-1-4939-7556-3_14
- Proverawati, A., & Wati, E. K. (2011). *Ilmu Gizi untuk Keperawatan dan Gizi Kesehatan* (2 ed.). Nuha Medika.
- Saputra, A., & Marianah. (2018). *Pengawasan Mutu Bahan Pangan* (1 ed.). Deepublish Publisher.
- Tomaska, L. D., & Brooke-Taylor, S. (2014). Food Additives: Food Additives - General. In *Encyclopedia of Food Safety* (Vol. 2). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-378612-8.00234-1>
- Yuniarti, E., & Ramadani, S. (2023). *Vitamin* (1 ed.). PT Sonpedia Publishing Indonesia.

BAB 2

KONSEP PANGAN SEBAGAI SUMBER ZAT GIZI DAN PENGGOLONGAN BAHAN PANGAN

Oleh Santi Dwi Astuti

2.1 Pendahuluan

Pangan merupakan segala bahan baik dari sumber nabati ataupun hewani, yang belum diolah (pangan segar) maupun telah diolah (pangan olahan) yang digunakan sebagai makanan atau minuman untuk dikonsumsi individu. Pangan dapat didapatkan dalam bentuk padat, cair atau semi padat. Pangan olahan merupakan pangan segar baik tunggal maupun campuran yang telah melalui satu atau lebih proses pengolahan (seperti pengeringan, pemanggangan, penggorengan, dan lainnya), dengan ataupun tanpa penambahan bahan-bahan lain seperti rempah dan bumbu serta bahan tambahan pangan seperti pengental, pewarna, pengawet dan lainnya. Makanan yang dikonsumsi oleh individu merupakan sumber zat gizi yang berperan penting untuk memenuhi kebutuhan energi, pertumbuhan dan perkembangan tubuh, serta untuk menjaga dan meningkatkan daya tahan tubuh atau imunitas.

Dalam mengkonsumsi makanan, kita mengenal konsep Pangan Beragam, Bergizi, Seimbang, dan Aman (B2SA). Pangan beragam artinya bahwa makanan yang di konsumsi berasal dari bahan pangan yang bervariasi. Pangan bergizi artinya bahwa makanan yang di konsumsi harus dapat memenuhi kebutuhan gizi bagi tubuh. Pangan seimbang artinya bahwa jumlah dan mutu makanan yang kita konsumsi harus sesuai dengan kebutuhan gizi harian, dimana hal ini sangat ditentukan oleh umur, jenis kelamin, aktivitas fisik harian, dan faktor-faktor lainnya seperti kebiasaan hidup bersih, berat badan, dan kondisi fisiologis dari individu lainnya. Kuantitas makanan dari individu yang sehat akan berbeda dengan individu yang memiliki masalah obesitas maupun gangguan kesehatan lainnya. Pangan aman artinya bahwa makanan yang kita konsumsi harus bebas dari cemaran yang dapat mengganggu kesehatan, menyebabkan penyakit, ataupun membahayakan jiwa manusia, baik cemaran fisik seperti rambut dan potongan kayu, cemaran kimia seperti residu pestisida, maupun cemaran mikrobiologi seperti bakteri, kapang, dan khamir.

Mutu konsumsi pangan akan menentukan mutu asupan dan kecukupan gizi sehingga pada akhirnya akan menentukan tingkat kesehatan masyarakat. Pola konsumsi pangan yang tidak seimbang dalam kuantitas dan kualitas, dapat menjadi faktor penyebab penyakit tak menular. Konsumsi makanan dengan kadar gula tinggi dalam jumlah banyak dapat meningkatkan resiko penyakit diabetes. Konsumsi makanan yang memiliki kadar garam tinggi dalam jumlah banyak dapat meningkatkan tekanan darah dan hal ini berpotensi bagi individu terkena penyakit hipertensi. Konsumsi makanan dengan kadar lemak dan kolesterol tinggi dalam jumlah yang banyak dapat menyebabkan pembentukan plak pada

pembuluh darah dan beresiko untuk individu terserang penyakit jantung, stroke, dan penyakit degeneratif lainnya. Berdasarkan hal-hal tersebut, pangan dan gizi menjadi sangat penting untuk dikaji lebih lanjut dalam kaitannya dengan kesehatan tubuh, pencegahan penyakit, dan pengaturan metabolisme tubuh.

2.2 Zat Gizi Pangan

Komponen pangan dibagi menjadi komponen makro dan mikro. Komponen makro pangan yaitu air, karbohidrat, protein, lemak. Komponen mikro pangan yaitu vitamin, mineral, pigmen, dan komponen organik lainnya. Karbohidrat, protein, lemak, vitamin, dan mineral merupakan zat gizi utama yang dibutuhkan oleh tubuh.

2.2.1 Karbohidrat

Dalam tubuh, karbohidrat berfungsi untuk menghasilkan energi untuk mendukung aktivitas harian dan energi bagi organ vital seperti otak dan susunan saraf pusat. Satu gram karbohidrat mampu menghasilkan 4 Kkal energi. Saat individu mengonsumsi makanan yang mengandung karbohidrat, tubuh akan mencerna dan mengubahnya menjadi glukosa. Dengan bantuan hormon insulin, glukosa akan diserap oleh sel-sel tubuh dan di metabolisme lebih lanjut menjadi energi. Karbohidrat juga berperan dalam pengaturan metabolisme lemak, sebagai komponen penyusun tubuh, pengatur peristaltik usus dan pemberi bentuk pada feses sehingga memudahkan pengeluaran feses dari saluran pencernaan.

Karbohidrat dapat dikelompokkan menjadi karbohidrat sederhana (seperti monosakarida dan disakarida), oligosakarida, dan polisakarida kompleks. Selain itu juga ada pengelompokan juga didasarkan pada kemampuan karbohidrat untuk dicerna di dalam tubuh, yakni karbohidrat yang dapat dicerna (*digestible carbohydrate*) dan karbohidrat yang tidak dapat dicerna (*non-digestible carbohydrate*). Karbohidrat yang dapat dicerna adalah berasal dari pangan yang apabila dikonsumsi, karbohidratnya dapat dipecah oleh enzim pencernaan hingga menghasilkan energi. Jenis karbohidrat ini, diantaranya adalah monosakarida, disakarida, dan polisakarida. Dan sebaliknya, pangan yang mengandung karbohidrat yang tidak dapat dicerna, tidak dapat menghasilkan energi karena tidak dapat dipecah oleh enzim dalam pencernaan manusia.

Monosakarida adalah kelompok gula yang paling sederhana, Monosakarida seperti glukosa, fruktosa, dan galaktosa merupakan jenis gula yang paling mudah dimanfaatkan tubuh. Fruktosa merupakan gula utama pada madu dan buah-buahan. Galaktosa merupakan hanya bisa diperoleh dari hasil hidrolisis disakarida laktosa.

Oligosakarida tersusun dari 2- 10 monosakarida melalui ikatan glikosidik. Maltosa merupakan disakarida yang tersusun dari glukosa dan glukosa; sukrosa tersusun dari glukosa dan fruktosa; dan laktosa tersusun dari galaktosa dan glukosa. Beberapa jenis trisakarida yaitu rafinosa, stakiosa dan verbakosa yang tersusun dari galaktosa, glukosa, dan fruktosa.

Gula sederhana mampu memberikan rasa manis. Sukrosa memiliki tingkat kemanisan dengan nilai atau skor 1. Sukrosa memiliki rasa manis yang lebih tinggi dibandingkan glukosa, laktosa, xilosa, galaktosa, maltosa, dan gula invert, namun jika dibandingkan dengan fruktosa, tingkat kemanisan sukrosa lebih rendah.

Polisakarida adalah monosakarida yang membentuk polimer melalui ikatan glikosidik dengan rantai panjang. Polisakarida dapat dikelompokkan menjadi polisakarida yang dapat dicerna seperti amilosa, amilopektin, dan glikogen; serta polisakarida yang tidak dapat dicerna. Polisakarida yang tidak dapat dicerna sering disebut dengan serat. Serat pada umumnya merupakan penyusun dinding sel pada jaringan baik pada bahan nabati maupun hewani. Serat ada yang bersifat larut dalam air seperti pektin; dan ada pula yang bersifat tidak larut seperti selulosa, hemiselulosa, dan lignin.

Pati merupakan polisakarida yang tersusun atas amilosa dan amilopektin. Pati bersifat tidak larut dalam air namun jika dipanaskan dengan sejumlah air, maka pati akan tergelatinisasi. Pati yang telah tergelatinisasi akan tercerna dengan baik dalam saluran pencernaan dan akan terpecah menghasilkan glukosa yang selanjutnya dapat dimetabolisme menghasilkan energi. Pati tergelatinisasi yang didinginkan akan teretrogradasi sehingga daya cernanya menurun. Peningkatan kekuatan ikatan antar molekul pati khususnya antar amilosa akan menurunkan daya cerna pati atau dikenal dengan istilah pati resisten. Pangan sumber karbohidrat dengan kadar pati resisten yang tinggi baik yang diperoleh secara alami ataupun hasil modifikasi melalui proses pengolahan tertentu sangat cocok dikonsumsi bagi penderita *Diabetes mellitus*.

2.2.2 Protein

Protein merupakan makromolekul yang tersusun dari monomer-monomer asam amino. Dalam tubuh, protein berfungsi untuk meregenerasi sel yang rusak, membangun sel dan jaringan baru, membantu pembentukan antibodi, berperan dalam mengangkut zat gizi ke seluruh tubuh, mengatur proses osmotik cairan-cairan tubuh, mengatur keseimbangan asam basa dalam darah dan jaringan tubuh. Protein merupakan penyusun enzim dan hormone yang berperan dalam berbagai fungsi sekresi dalam tubuh. Protein juga mampu menghasilkan energi. Dalam 1 gram protein, dapat dihasilkan energi sebesar 4 Kkal.

Pengelompokan protein berdasarkan kemampuan tubuh dalam mensintesis asam amino, terdiri dari protein esensial dan non esensial. Protein esensial tidak dapat di sintesis oleh tubuh, dan dapat diperoleh dari makanan yang di konsumsi. Protein non esensial dapat dibuat dalam tubuh dari pemecahan jaringan yang rusak atau dari asam amino esensial yang telah masuk dalam tubuh. Asam-asam amino esensial yaitu arginin, fenilalanin, histidin, lisin, leusin, isoleusin, treonin, metionin, valin dan triptofan. Asam-asam amino non esensial yaitu alanine, asam aspartate, asparagine, asam glutamate, glutamin, glisin, prolin, sistein, serin dan tirosin. Berdasarkan bentuk molekul dan fungsinya dalam sistem tubuh, protein dibedakan menjadi protein fibriler dan globular. Protein fibriler seperti kolagen, keratin, myosin, dan elastin memiliki bentuk serabut, tidak mudah larut dalam air, dan resisten terhadap hidrolisis oleh enzim-enzim pencernaan. Protein globular seperti albumin, globulin dan glutenin berbentuk bulat, bersifat mudah larut dalam air, dan mudah berubah struktur proteinnya menjadi lebih sederhana atau mudah terdenaturasi.

2.2.3 Lemak

Lemak yang tersusun dari asam lemak-asam lemak dan gliserol. Fungsi lemak dalam tubuh yaitu untuk membentuk struktur tubuh, pelindung tubuh dan organ vital seperti jantung, hati, dan ginjal, pelarut vitamin, pelapis dan pelumas persendian, menjaga suhu tubuh, mencegah kehilangan panas dari tubuh, pelarut vitamin, sebagai ingredien penyusun vitamin dan hormon, dan sebagai penghasil energi. Satu gram lemak mampu menghasilkan energi sebesar 9 Kkal.

Asam lemak penyusun lemak dibedakan menjadi asam lemak esensial dan non esensial. Asam lemak seperti asam oleat, linoleat, dan linolenat, tidak dapat disintesis oleh tubuh, dan digolongkan sebagai asam lemak esensial. Ester gliserol adalah gliserol yang mengikat satu hingga tiga molekul asam lemak. Berdasarkan jumlah asam lemak yang terikat pada gliserol, lemak dibedakan menjadi monogliserida, digliserida, dan trigliserida (minyak). Lemak dapat dibedakan dari minyak berdasarkan asam lemak yang terikat dan wujudnya pada suhu ruang. Lemak lebih banyak mengandung asam lemak jenuh (*saturated fatty acid*), sedangkan minyak lebih banyak mengandung asam lemak tidak jenuh (*unsaturated fatty acid*). Lemak memiliki titik leleh yang lebih tinggi dibanding minyak, sehingga berwujud padat pada suhu ruang, dan sebaliknya, minyak berwujud cair.

2.2.4 Vitamin

Vitamin adalah zat gizi yang dibutuhkan dalam jumlah sedikit bagi tubuh atau komponen mikro, yang berfungsi untuk mempertahankan kesehatan dan kebugaran. Vitamin berfungsi sebagai antioksidan, pencegah timbulnya berbagai penyakit,

pembentukan sel darah, atau sebagai ko-enzim. Berdasarkan kelarutannya, vitamin dibedakan menjadi vitamin larut air (vitamin B dan C), dan vitamin larut lemak (vitamin A, D, E, dan K). Vitamin B sering disebut vitamin B-kompleks karena terdiri atas berbagai jenis vitamin, yaitu B1 (thiamin), B2 (riboflavin), B3 (niacin, asam nikotinat, atau niacianida), B4 (kolin), B5 (asam pantotenat), B6 (pirodoksin), B12 (sianocobalamin), serta biotin dan folasin (asam folat).

Vitamin A berfungsi untuk menjaga kornea mata, memelihara mata melalui pembentukan mucus, mencegah pembentukan keratin, dan lebih lanjut mencegah penyakit xerofthalmia. Vitamin D berperan penting pada metabolisme kalsium dan fosfor, serta mengendalikan keseimbangan kalsium dan fosfor dalam tubuh. Vitamin E yang dikenal sebagai vitamin antioksidan mampu mencegah terjadinya oksidasi vitamin A, mempertahankan fungsi membrane sel dengan cara mencegah terjadinya oksidasi asam lemak tidak jenuh, berperan pada sintesis asam nukleat, pembentukan sel darah merah, dan berperan pada proses pernafasan melalui koenzim A. Vitamin K berperan pada pembentukan protrombin dan peningkatan kemampuan penggumpalan darah.

Vitamin B1 (tiamin) berfungsi sebagai koenzim dalam reaksi-reaksi yang menghasilkan energi dari karbohidrat. Riboflavin merupakan komponen penyusun berbagai enzim, katalisator berbagai reaksi seperti reaksi oksidasi purin. Niasin dan Vitamin B₆ berperan pada berbagai reaksi enzimatik dalam tubuh. Niasin dan asam pantotenat berperan proses metabolisme karbohidrat, lemak, dan protein dalam menghasilkan energi. Biotin berperan sebagai koenzim pada proses metabolisme lemak, proses karboksilasi, dekarboksilasi, dan reaksi deaminasi. Vitamin B₁₂ berperan mampu

menjaga normalnya fungsi sel-sel di saluran pencernaan, sistem urat syaraf, dan sumsum tulang. Asam folat merupakan koenzim yang berperan pada sintesis metionin dan kolin, berperan pada pembentukan sel darah merah di sum-sum tulang, dan pada proses oksidasi fenilalanin menjadi tirosin.

Vitamin C (asam askorbat) memiliki peran pada pembentukan kolagen interseluler. Kolagen merupakan senyawa protein yang banyak terdapat dalam jaringan seperti tulang rawan dan kulit bagian dalam tulang. Kolagen berperan pada proses penyembuhan luka serta kemampuan tubuh untuk melawan infeksi dan stres. Vitamin C juga membantu respirasi sel dan kerja enzim. Vitamin C berperan pada penyerapan dan pelepasan zat besi dalam plasma, berperan dalam pembentukan asam folinat dari asam fosfat, dan berperan pada pembentukan hormon steroid dari kolesterol.

2.2.5 Mineral

Mineral dibedakan menjadi mineral makro dan mineral mikro. Dalam makanan, mineral ditemukan dalam bentuk garam. Dalam tubuh, mineral berada di semua jaringan dan cairan tubuh. Natrium dan klor merupakan bagian penting cairan ekstraseluler dan darah. Besi, magnesium dan fosfor merupakan unsur penting dalam cairan intraseluler. Mineral seperti besi, fosfor dan magnesium merupakan komponen pembentuk tulang dan gigi, dan merupakan zat pemberi kekuatan dan pelindung jaringan tubuh. Beberapa mineral merupakan unsur penting penyusun enzim, asam amino, dan protein.

Mineral makro terdiri dari natrium, klor, kalium, kalsium, fosfor, magnesium dan sulfur. Dalam plasma darah dan cairan, natrium berfungsi dalam menyelimuti jaringan, mengatur tekanan osmotik, mengatur volume cairan ekstraseluler dan menjaga keseimbangan tubuh. Klor mampu menjaga tekanan osmotik dan sebagai aktivator enzim amilase dalam mulut dan lambung, serta berperan dalam pembentukan HCl lambung. Kalium juga berfungsi untuk menjaga tekanan osmotik dan meningkatkan keaktifan enzim yang terlibat dalam metabolisme karbohidrat. Kalsium berperan dalam pembentukan tulang dan gigi, peran dalam proses transmisi impuls syaraf, kontraksi otot, penggumpalan darah, peran dalam pengaturan permeabilitas membrane sel dan meningkatkan kekerasan atau rigiditas struktur jaringan tubuh, dan meningkatkan keaktifan enzim. Fosfor berperan dalam pembentukan tulang dan gigi, pembentukan komponen sel esensial, peran dalam pembentukan energi dari karbohidrat dan lemak, membantu penyerapan karbohidrat di usus halus, dan mempertahankan keseimbangan asam basa dalam cairan tubuh. Magnesium adalah aktivator enzim peptidase dan enzim lain yang berfungsi memecah dan memindahkan gugus fosfat serta untuk menjaga tekanan osmotik usus. Sulfur berperan penting dalam berbagai reaksi oksidasi dan reduksi serta terdapat dalam berbagai koenzim. Selain itu, sulfur juga merupakan unsur penyusunan jaringan dan organ seperti hati dan ginjal, merupakan penyusun mukopolisakarida di beberapa bagian tubuh seperti tulang rawan dan kulit, dan merupakan unsur penting dalam insulin.

Beberapa mineral mikro yaitu besi, iodium, mangan, tembaga, zink, kobalt, fluor, dan kromium, dan selenium. Zat besi berfungsi untuk membentuk sel-sel darah merah (hemoglobin), menjaga

kadar hemoglobin yang normal dalam darah, serta membantu sekresi air susu dalam proses laktasi. Iodium merupakan komponen esensial tiroksin, zat yang berfungsi untuk meningkatkan laju oksidasi sel-sel tubuh sehingga meningkatkan pertumbuhan khususnya nilai *BMR (Basal Metabolic Rate)*. Mangan merupakan kofaktor beberapa enzim seperti enzim yang terlibat dalam pencernaan protein dan sintesis kolesterol. Tembaga merupakan kofaktor enzim-enzim pernafasan dan berperan untuk mempercepat penyembuhan anemia pada bayi. Zink berperan meningkatkan pertumbuhan dan sebagai kofaktor yang mampu meningkatkan keaktifan enzim pada berbagai reaksi enzimatik tubuh, seperti di dalam sel darah merah. Kobalt yang berasal dari makanan yang dikonsumsi difungsikan untuk mensintesis vitamin B12 dalam sistem pencernaan tubuh. Flour memiliki peran dalam pembentukan dan pertumbuhan struktur gigi dan mencegah karies gigi. Kromium berfungsi untuk membantu keseimbangan gula darah dalam tubuh, sedangkan selenium diduga berperan dalam meningkatkan kepekaan anak terhadap kerusakan gigi.

2.3 Penggolongan Bahan Pangan

Makanan yang kita konsumsi yang berasal dari bahan pangan tertentu menyediakan zat-zat gizi yang dibutuhkan tubuh. Secara umum, bahan pangan yang dapat digolongkan menjadi bahan pangan nabati dan hewani. Sereal, umbi-umbian, kacang-kacangan, sayur-sayuran, buah-buahan, dan rumput laut adalah beberapa jenis bahan pangan nabati. Daging, ikan, *seafood*, telur, dan susu adalah beberapa jenis bahan pangan hewani.

Tabel 2. 1. Kandungan karbohidrat dari beberapa jenis sereal dan umbi-umbian

| Bahan* | Karbohidrat (g/100g)* | Bahan** | Karbohidrat (%)** |
|---------------|----------------------------------|----------------|--------------------------|
| Beras | 79 | Ubi jalar | 24,3 |
| Jagung | 72 | Kentang | 25,2 |
| Gandum | 77 | Ubi kayu | 27 |
| Sorgum | 73 | Suweg | 15,7 |
| Millet | 72,9 | Garut | 24 |
| Oat | 67 | Kimpul | 34,2 |
| Barley | 77,4 | Talas | 28,2 |
| Rye | 63 | | |

Keterangan : * Sumber : <https://fdc.nal.usda.gov/>; ** Sumber : Titchenal dan Dobbs 2004; Wankhede *et al.* 1998

Sereal dan umbi-umbian merupakan jenis bahan pangan nabati yang kaya akan pati, dan memiliki komponen zat gizi utamanya yaitu karbohidrat. Beberapa jenis sereal, diantaranya adalah beras, jagung, gandum, sorgum, millet, oat, barley dan rye. Beberapa jenis umbi-umbian diantaranya adalah ubi jalar, kentang, singkong, suweg, garut, kimpul dan talas. Kandungan karbohidrat dari beberapa jenis sereal dan umbi-umbian dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Kacang-kacangan merupakan bahan pangan nabati yang memiliki nilai gizi utama yaitu protein. Beberapa jenis kacang-kacangan yaitu kedelai, kacang merah, kacang hijau, kacang tunggak, kacang gude, kecipir, dan kacang tanah. Kacang-kacangan merupakan sumber asam amino esensial yaitu isoleusin, leusin, fenilalanin, treonin, dan valin. Kacang-kacangan memiliki lisin yang tinggi. Keterbatasan kacang-kacangan sebagai bahan pangan yaitu

adanya senyawa antigizi, berupa antitripsin, asam fitat, dan hemagglutinin yang dapat menyebabkan pembatasan pada penyerapan tripsin, penurunan pada penyerapan mineral, dan peran dalam meningkatkan penggumpalan darah. Senyawa antigizi pada kacang-kacangan dapat dihilangkan dengan cara perendaman dan pemanasan. Kandungan protein dari beberapa jenis kacang-kacangan dapat dilihat pada Tabel 2.2. Komposisi asam amino pada kacang tanah dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2. 2. Kandungan protein dari beberapa jenis kacang-kacangan (g/100g bahan)

| Bahan | Protein (g) | Bahan | Protein (g) |
|----------------|-------------|--------------|-------------|
| Kedelai | 36,5 | Kacang gude | 26,17 |
| Kacang merah | 23,6 | Kecipir | 15 |
| Kacang hijau | 22,2 | Kacang tanah | 25 |
| Kacang tunggak | 24,65 | | |

Sumber: <https://fdc.nal.usda.gov/>

Tabel 2. 3. Komposisi asam amino pada kacang tanah (mg/g total nitrogen)

| Asam amino | Jumlah | Asam amino | Jumlah | Asam amino | Jumlah |
|-------------|--------|------------|--------|---------------|--------|
| Isoleusin | 267 | Tirosin | 171 | Asam Aspartat | 685 |
| Leusin | 425 | Treonin | 254 | Asam Glutamat | 1.009 |
| Lisin | 470 | Valin | 294 | Glisin | 253 |
| Metionin | 57 | Arginin | 595 | Prolin | 244 |
| Sistein | 70 | Histidin | 143 | Serin | 271 |
| Fenilalanin | 287 | Alanin | 254 | | |

Sumber: DeMan (1999).

Bahan nabati sumber pangan selanjutnya adalah sayur-sayuran dan buah-buahan. Sayur-sayuran dan buah-buahan dapat berasal dari bagian tanaman seperti akar, batang, daun, bunga dan buah. Beberapa jenis sayur-sayuran dan buah-buahan dari bagian-bagian tanaman yang berbeda dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2. 4. Jenis sayur-sayuran dan buah-buahan dari bagian-bagian tanaman yang berbeda

| Bagian Tanaman | Jenis sayur-sayuran dan buah-buahan yang dihasilkan |
|----------------|---|
| Akar | Wortel, lobak, bit |
| Batang | Asparagus, bambu muda, daun bawang, kangkung |
| Daun | Kol, bayam, kangkung, kubis, selada, sawi |
| Bunga | Bunga kol, brokoli |
| Buah | Tomat, waluh, cabe, terung, buncis, gambas, paria |

Sumber: Haryadi dan Aini (2015)

Sayur-sayuran dan buah-buahan merupakan sumber mineral dan vitamin. Mineral utama pada sayur-sayuran dan buah-buahan adalah zat besi (Fe), kalsium (Ca), dan fosfor (P). Vitamin utama pada sayur-sayuran dan buah-buahan adalah vitamin A dan vitamin C. Selain itu, sayur-sayuran dan buah-buahan juga memiliki serat pangan yang tinggi. Kandungan mineral, vitamin, dan serat pangan dari beberapa jenis sayur-sayuran dan buah-buahan dapat dilihat pada Tabel 2.5.

Beberapa bahan pangan nabati seperti canola, sawit, kelapa, zaitun, biji kapas, dan biji bunga matahari dikenal sebagai bahan yang memiliki kadar lemak yang tinggi dan biasanya bahan-bahan tersebut diolah menjadi minyak nabati. Kadar lemak/minyak dari beberapa jenis bahan nabati dapat dilihat pada Tabel 2.6.

Tabel 2. 5. Kandungan zat gizi aneka sayur dan buah (per 100 g bagian yang dapat dimakan)

| Buah | Ca (mg) | P (mg) | Fe (mg) | Vitamin A (IU) | Vitamin C (mg) | Serat pangan (mg) |
|-------------|--------------------|-------------------|--------------------|---------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| Jeruk | 40 | 14 | 0,1 | 205 | 53,2 | 2,4 |
| Bayam | 99 | 49 | 2,7 | 6.715 | 28,1 | 2,6 |
| Brokoli | 48 | 66 | 0,9 | 1.542 | 93,2 | 2,8 |
| Bunga kol | 29 | 46 | 0,6 | 16 | 71,5 | 2,4 |
| Kubis | 47 | 23 | 0,6 | 126 | 47,3 | - |
| Kiwi | 26 | 40 | 0,4 | 175 | 98,0 | 3,4 |
| Lemon | 26 | 16 | 0,6 | 29 | 53,0 | - |
| Wortel | 27 | 44 | 0,5 | 28.129 | 9,3 | 3,2 |
| Alpukat | 11 | 41 | 1,0 | 612 | 7,9 | - |
| Bit | 16 | 48 | 0,9 | 20 | 11,0 | - |
| Pisang | 6 | 20 | 0,3 | 81 | 9,1 | 1,6 |
| Aprikot | 14 | 19 | 0,5 | 2.612 | 10,0 | - |
| Blewah | 11 | 17 | 0,2 | 3.224 | 42,2 | 0,8 |
| Peach | 5 | 12 | 0,1 | 535 | 6,6 | 1,6 |
| Tomat | 5 | 24 | 0,5 | 623 | 19,1 | 1,3 |
| Strawberry | 14 | 19 | 0,4 | 27 | 56,7 | 2,6 |

Sumber: Charley dan Weaver (1998)

Tabel 2. 6. Kandungan lemak/minyak pada beberapa bahan nabati

| Bahan | Lemak/minyak (%) | Bahan | Lemak/minyak (%) |
|--------------|-----------------------------|--------------|-----------------------------|
| Canola | 40-45 | Buah sawit | 45-50 |
| Kelapa | 65-68 | Biji sawit | 45-50 |
| Biji kapas | 18-20 | Bunga | 35-35 |
| Zaitun | 25-30 | matahari | |

Tabel 2. 7. Kandungan zat gizi dari beberapa jenis rumput laut

| Jenis rumput laut | Protein (g) | Karbohidrat (g) | Mineral (g) |
|------------------------------|--------------------|------------------------|--------------------|
| <i>Durvilleae antarctica</i> | 7,3 | 58,8 | 22,1 |
| <i>Undaria pinnatifida</i> | 19,7 | 50,4 | 26,6 |
| <i>Ecklonia radiata</i> | 9,6 | 66,9 | 22,1 |
| <i>Hormosira banksii</i> | 6,1 | 62,9 | 28,4 |
| <i>Ulva snetophylla</i> | 20,4 | 55,6 | 22,7 |
| <i>Porphyra</i> spp. | 32,7 | 45,4 | 19,8 |
| <i>Ecklonia</i> | 9,8 | 69,6 | 20,6 |
| <i>Macrocystic</i> | 11,0 | 44,5 | 42,9 |

Sumber: Smith *et al.* (2010)

Rumput laut merupakan bahan pangan nabati yang tergolong polisakarida yang kaya akan serat pangan (30-40%), khususnya serat pangan tak larut seperti selulosa, mannan, xylan dan lignin. Selain serat pangan, rumput laut juga kaya akan mineral dan protein. Kandungan zat gizi rumput laut dapat dilihat pada Tabel 2.7.

Bahan pangan hewani seperti telur, ikan dan seafood merupakan bahan pangan yang memiliki kandungan protein dan lemak yang tinggi. Dalam 100 g bahan, telur memiliki kadar protein 6,3 g (putih telur 3,5 g dan kuning telur 2,8 g) dan lemak 5 g yang terkonsentrasi pada bagian putih telur. Kandungan protein dan lemak dari telur, ikan dan seafood dapat dilihat pada Tabel 2.3, Tabel 2.4, dan Tabel 2.5. Kandungan protein dan lemak dari beberapa jenis ikan dan seafood dapat dilihat pada Tabel 2.8.

Tabel 2. 8. Kandungan protein dan lemak dari beberapa jenis ikan dan *seafood* (per 100 g bagian yang dapat dimakan)

| Bahan | Protein (%) | Lemak (%) | Bahan | Protein (%) | Lemak (%) |
|----------------|-------------|-----------|-----------------|-------------|-----------|
| Turbot | 16 | 3 | American oyster | 7 | 2 |
| Cod | 17,8 | 0,7 | Pasific oyster | 9,5 | 2 |
| Hering | 16,4 | 13,9 | Gurita | 15 | 1 |
| Makcerel | 18,6 | 13,9 | Tiram | 12 | 2 |
| Salmon | 19,9 | 3,5 | Lobster | 19 | 1 |
| Mullet | 19 | 3,8 | King crab | 18 | 0,6 |
| Swordish | 19,8 | 4 | Snow crab | 19 | 1 |
| <i>Haddock</i> | 19 | 0,7 | Blue crab | 18 | 1 |
| Tuna | 23,4 | 1 | | | |
| Ikan mas | 18 | 6 | | | |

Sumber: Charley dan Weaver (1998); Oehlenschläger dan Rehbein (2009)

DAFTAR PUSTAKA

- Aini, N. dan Pranoto, Y. 2020. *Karakteristik Bahan Pangan*. Di dalam Kusnandar, F., Rahayu, W.P., Marpaung, A. M., dan Santoso, U. (Editor). *Perspektif Global Ilmu dan Teknologi Pangan*. IPB Press, Bogor.
- Belitz, H.D., Grosch, W., dan Schieberle, P. 2009. *Food Chemistry*. 4th revised and extended edition. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.
- Budiyanto, M. A. K., 2001. *Dasar-dasar Ilmu Gizi*. Universitas Muhammadiyah Malang Press, Malang.
- Charley, H. dan Weaver, C. 1998. *Foods a Scientific Approach* (K. M. Davis, Ed.). Prentice-Hall, New Jersey .
- DeMan, J. M. 1999. *Principles of Food Chemistry*. Aspen Publishers, Inc., Marryland.
- George, K. 2017. *Food and Nutrition*. <https://www.healthline.com/health/food-nutrition>.
- Hariyadi, P. dan , N. 2015. *Dasar-dasar Penanganan Pasca Panen Buah dan Sayur*. Alfabeta, Bandung
- Kusnandar, F., 2010. *Kimia Pangan: Komponen Makro*. Dian Rakyat, Jakarta.
- Murano, P.S. 2003. *Understanding Food Science and Technology*. Peter Marshall Inc.
- Oehlenschläger, J. dan Rehbein, H. 2009. *Basic Facts and Figures*. Di dalam: Rehbein, H. dan Oehlenschläger, J. (Editor). *Fisbery Products Quality, Safety and Authenticity*. WilleyBlackwell, Oxford

- Purwiyatno, H. 2019. *Gizi dan Kesehatan: Tantangan Industri Pangan*. <https://phariyadi.staff.ipb.ac.id/2019/11/07/3553/>
- Titchenal, C.A. dan Dobbs, J. 2004. *Nutritional value of vegetables*. Di dalam: Hui, Y. H., Ghazala, S., Graham, D. M., Murrel, K. D., dan Nip, W. (Editor), *Handbook of Vegetable Preservation and Processing*. Marcel Dekker.
- Wankhede, D.B., Satwadhar, P.N., dan Sawate, A.R. 1998. *Cassava*. Di dalam: Salunkhe, D. K. dan Kadam, S.S. (Editor). *Handbook of Vegetable Science and Technology*. Marcel Dekker Inc., New York
- Winarno, F. G., 2008. *Kimia Pangan dan Gizi*. M-Brio Press, Bogor.

BAB 3

KERUSAKAN BAHAN PANGAN

Oleh Rahmawati

3.1 Pendahuluan

Pangan adalah segala sesuatu yang berasal dari sumber hayati dan air, baik yang diolah maupun tidak diolah, yang diperuntukkan sebagai makanan atau minuman bagi konsumen manusia, termasuk bahan tambahan pangan, bahan baku pangan, dan bahan lain yang digunakan dalam proses penyiapan, pengolahan dan pembuatan makanan dan minuman (Christine, 2016).

Kerusakan bahan pangan adalah setiap perubahan sifat-sifat fisik, kimiawi, atau sensorik/organoleptik yang ditolak oleh konsumen pada bahan pangan yang masih segar maupun yang telah diolah. Suatu bahan dapat dikatakan mengalami kerusakan apabila bahan terjadi penyimpangan dari karakteristik normal. Karakteristik fisik meliputi sifat organoleptik seperti warna, bau, tekstur dan bentuk. Sedangkan karakteristik kimiawi meliputi komponen penyusunnya seperti kadar air, karbohidrat, protein, lemak, mineral, vitamin, pigmen dst. Kerusakan bahan pangan merujuk pada perubahan atau degradasi yang terjadi pada bahan pangan yang dapat mempengaruhi kualitas, keamanan, atau daya tahan produk tersebut. Kerusakan dapat berasal dari berbagai faktor, seperti lingkungan penyimpanan, proses produksi, atau interaksi dengan

mikroorganisme tertentu. Dampak kerusakan bahan pangan dapat berlangsung secara cepat atau lambat, tergantung pada jenis bahan pangan yang bersangkutan dan kondisi lingkungan penyimpanan.

Kerusakan pangan dapat juga diartikan sebagai penyimpangan yang melewati batas yang dapat diterima secara normal oleh panca indera atau parameter lain yang biasa digunakan oleh manusia. Beberapa bahan pangan dianggap telah rusak apabila mengalami kerusakan fisik dan kimiawi. Suatu bahan pangan dinyatakan rusak bila menunjukkan adanya penyimpangan yang melewati batas yang dapat diterima secara normal oleh panca indera atau parameter lain yang biasa digunakan. Tanda-tanda bahwa bahan pangan sudah mengalami kerusakan dapat bervariasi tergantung pada jenis bahan pangan dan faktor penyebab kerusakan. Beberapa tanda umum yang dapat menunjukkan bahwa bahan pangan sudah mengalami kerusakan meliputi: 1) Perubahan aroma dan rasa. Dimana munculnya bau dan rasa yang tidak lazim seperti bau tengik, bau asam atau rasa yang tidak segar. 2) Terjadinya perubahan warna. Dimana terjadi pemudaran atau perubahan warna yang tidak sesuai dengan karakteristik normal bahan pangan. 3) Tekstur yang berubah Dimana terjadi perubahan tekstur menjadi lembek, rapuh atau berubah menjadi kering. 4) Pertumbuhan jamur. Terjadinya pertumbuhan jamur pada permukaan bahan pangan. 5) munculnya bau busuk atau fermentasi yang tidak wajar yang menandakan adanya aktivitas mikroorganisme yang merusak. 6) Peningkatan produksi gas dalam kemasan. 7) Kerusakan fisik kemasan seperti retakan, robek, atau perubahan bentuk yang dapat memungkinkan kontaminasi. 8) Penurunan kualitas organoleptik seperti penurunan rasa, aroma atau tekstur yang dapat dinilai melalui Indera manusia. 9) adanya tanda-tanda jejak serangga atau hewan pengerat pada

bahan pangan. 10) kehilangan konsistensi yang biasanya dimiliki oleh bahan tertentu, seperti adanya air yang mengendap pada produk susu.

3.2 Jenis-Jenis Kerusakan Bahan Pangan

Kerusakan bahan pangan dapat terjadi dalam berbagai jenis, yang dapat berdampak negatif pada kualitas dan keamanan makanan. Beberapa jenis kerusakan bahan pangan meliputi:

a. Kerusakan mikrobiologis

Kerusakan mikrobiologis adalah kerusakan yang disebabkan oleh mikroorganisme seperti khamir, kapang, dan bakteri yang merusak bahan pangan. menghasilkan toksin atau enzim yang mengurangi daya tarik dan menyebabkan perubahan bentuk bahan pangan. Beberapa contoh kerusakan mikrobiologis pada bahan pangan meliputi: 1) perubahan warna Dimana terjadi perubahan warna yang berbeda. 2) Bahan pangan berlendir atau berbentuk yang tidak dapat dikonsumsi. 3) Bahan pangan mengalami perubahan yang menghasilkan jamur. 4) Bahan pangan menghasilkan bau busuk yang menyengat.

Penyebab kerusakan mikrobiologis dapat terjadi melalui beberapa cara, seperti: 1) Mikroorganisme masuk ke dalam bahan pangan melalui udara, debu, tangan, atau media yang lain. 2) Kondisi di dalam bahan pangan, seperti AW (kandungan air dalam pangan) dan pH, mendukung atau sesuai dengan kondisi di mana mikroorganisme tersebut berkembang. 3) Bahan pangan disimpan dalam kondisi yang memungkinkan atau mendukung pertumbuhan mikroba seperti disimpan dalam suhu ruang ($\pm 28^{\circ}\text{C}$).

Pencegahan kerusakan mikrobiologis pada bahan pangan melibatkan praktik-praktik sanitasi yang baik, penyimpanan yang tepat, pasteurisasi atau pemanasan yang memadai, serta penggunaan bahan tambahan pengawet jika diperlukan. Pengawet alami atau bahan antimikroba yang aman juga dapat digunakan untuk membantu melawan pertumbuhan mikroorganisme pada bahan pangan.

b. Kerusakan mekanis

Kerusakan mekanis pada bahan pangan adalah kerusakan yang disebabkan oleh adanya gesekan atau tekanan saat panen, penyimpanan, pengolahan atau distribusi. Kerusakan ini dapat terjadi akibat benturan antar bahan, waktu dipanen dengan alat, selama pengangkutan (tertindih atau tertekan), maupun terjatuh, sehingga mengalami bentuk atau cacat berupa memar, tersobek, atau terpotong. Kerusakan mekanis pada bahan pangan menyebabkan terjadi perubahan bentuk secara drastis, kehilangan daya tarik, dan perubahan nilai gizi yang merugikan.

Pencegahan kerusakan mekanis melibatkan pengelolaan yang hati-hati selama semua tahap rantai pasokan, termasuk pengemasan yang sesuai, penggunaan peralatan penanganan yang tepat, dan transportasi yang aman. Juga penting untuk memperhatikan faktor-faktor seperti suhu, kelembaban, dan tekanan selama penyimpanan dan transportasi agar dapat meminimalkan risiko kerusakan mekanis.

c. Kerusakan fisik

Kerusakan fisik pada bahan pangan adalah kerusakan yang disebabkan oleh faktor-faktor lingkungan seperti suhu, sinar matahari. Kerusakan fisik juga dapat disebabkan oleh insekta atau rodentia, yang dapat merusak bahan pangan secara fisik atau

perlakuan fisik yang tidak tepat seperti pemanasan, pengeringan, atau pendinginan. Kerusakan fisik pada bahan pangan menyebabkan perubahan bentuk secara drastis, kehilangan daya tarik, dan perubahan nilai gizi yang merugikan. Kerusakan fisik dapat mempengaruhi penampilan dan penerimaan konsumen terhadap bahan pangan, meskipun tidak berpengaruh nyata terhadap nilai gizi.

Pencegahan kerusakan fisik melibatkan penanganan dan penyimpanan yang hati-hati, pemilihan peralatan yang tepat, dan tindakan pencegahan selama proses produksi dan distribusi.

d. Kerusakan biologis

Kerusakan biologis adalah kerusakan yang dikarenakan oleh faktor fisiologis, binatang pengerat, dan serangga. Kerusakan ini disebabkan oleh reaksi-reaksi metabolisme dari bahan itu sendiri, atau oleh enzim-enzim dalam bahan pangan tersebut secara alami, sehingga terjadi proses autolisis yang menyebabkan terjadinya kerusakan dan pembusukan. Contoh kerusakan biologis pada bahan pangan yakni daging akan cepat rusak atau membusuk disebabkan oleh autolisis enzim dalam sel, kerusakan bahan mentah akibat reaksi metabolisme mikroorganisme. Kerusakan biologis juga disebabkan respirasi bahan pangan yang menghasilkan karbon dioksida dan menyebabkan perubahan bentuk dan kualitas bahan pangan.

Pencegahan kerusakan biologis melibatkan praktik sanitasi yang baik, pengelolaan suhu dan kelembaban, penggunaan bahan pengawet, dan pemrosesan yang tepat. Pengawasan kualitas bahan pangan dan kebersihan lingkungan produksi juga

merupakan langkah-langkah penting untuk mencegah kerusakan biologis pada bahan pangan.

e. Kerusakan kimia

Kerusakan kimia pada bahan pangan adalah kerusakan yang disebabkan oleh reaksi kimia yang terjadi di dalam bahan pangan seperti reaksi browning, oksidasi lemak, pemecahan oleh enzim-enzim yang secara alami terdapat dalam bahan pangan, perubahan pH, serta perubahan warna dan bau yang tidak biasa. Kerusakan kimia dapat ditandai dengan timbulnya bau yang menyimpang, perubahan warna, dan perubahan konsistensi pada bahan pangan. Penyebab kerusakan kimia dapat berasal dari berbagai faktor, seperti kondisi lingkungan penyimpanan, aktivitas enzim alami dalam bahan pangan, serta reaksi kimia yang terjadi di dalam bahan pangan.

Upaya pencegahan kerusakan kimia pada bahan pangan meliputi penggunaan pengawetan yang tepat, sterilisasi, pemisahan dan penyaringan, pengawasan kualitas, serta menjaga lingkungan tempat pemrosesan pangan agar bersih dan terawat. Dengan langkah-langkah ini, kerusakan kimia pada bahan pangan dapat diminimalkan, sehingga mutu dan keamanan makanan dapat terjaga.

3.3 Faktor Penyebab Kerusakan Bahan Pangan

Kerusakan bahan pangan dapat disebabkan oleh berbagai faktor. Beberapa faktor penyebab kerusakan bahan pangan yaitu :

a. Aktivitas Mikroba

Kerusakan bahan pangan dapat disebabkan oleh aktivitas mikroba, yang terdiri dari mikroba seperti kapang, bakteri, dan ragi/khamir. Mikroba merupakan makhluk hidup yang sangat kecil dan memerlukan alat mikroskop untuk dapat diamati. Mikroba dapat menghidrolisis atau mendegradasi makromolekul bahan pangan menjadi fraksi-fraksi yang lebih kecil dan mengeluarkan toksin yang menyebabkan kerusakan makanan. Beberapa contoh kerusakan pada bahan pangan akibat aktivitas mikroba meliputi: 1) bahan pangan berlendir, perubahan warna dan bau tak sedap pada susu . 2) bintik-bintik hitam pada buah, sayur, dan sayuran (wortel dan bawang). 3) Timbulnya jamur (bintik putih), lendir, dan noda merah pada roti. 4) Timbul rasa asam dan bau yang tidak sedap atau bau yang tidak sesuai dengan karakteristik pada madu, sirup, minuman kopi, teh, dan makanan atau minuman lainnya.

b. Aktivitas Enzim

Kerusakan bahan pangan dapat juga disebabkan oleh aktivitas enzim yang ada dalam bahan pangan. Enzim adalah molekul protein yang berfungsi sebagai katalisator untuk mempercepat reaksi kimia dalam makanan. Enzim dapat menyebabkan penyimpangan citarasa makanan, seperti enzim lipoksidas yang menimbulkan bau langu pada kedelai. Selain itu, enzim polifenol oksidase pada buah salak, apel atau ubi kayu merupakan salah satu jenis enzim yang merusak bahan pangan

karena warna coklat yang ditimbulkannya. Pelunakan pada buah, misalnya enzim pektinase yang umum terdapat pada buah-buahan.

c. Suhu

Suhu dapat menjadi faktor penyebab kerusakan bahan pangan. Suhu yang terlalu tinggi atau terlalu rendah dapat mempercepat pertumbuhan dan aktivitas mikroba pada bahan pangan, sehingga mempercepat kerusakan bahan pangan. Suhu tinggi dapat meningkatkan oksidasi lemak dalam makanan, yang dapat menyebabkan rancidity dan perubahan pada warna dan aroma. Selain itu, suhu yang tidak tepat juga dapat mempercepat aktivitas enzim pada bahan pangan, yang dapat menyebabkan perubahan citarasa dan warna pada bahan pangan. Oleh karena itu, penting untuk menyimpan bahan pangan pada suhu yang tepat agar dapat memperlambat pertumbuhan dan aktivitas mikroba serta enzim pada bahan pangan dan memperpanjang umur simpan bahan pangan.

d. pH

pH menentukan jenis mikroorganisme yang tumbuh pada produk pertanian, dan setiap mikroorganisme mempunyai pH optimal, pH minimum, dan pH maksimum untuk pertumbuhannya. Bakteri tumbuh paling baik pada pH netral, ada pula yang lebih menyukai asam, sedikit asam, atau basa. Jamur tumbuh pada pH 2-8,5, umumnya lebih menyukai suasana asam. Sedangkan ragi tumbuh pada pH 4-4,5 dan tidak tumbuh dalam kondisi basa.

e. Kadar Air

Kadar air dalam bahan pangan dapat menjadi faktor penyebab kerusakan. Kadar air yang tinggi dalam bahan pangan dapat mempengaruhi kecepatan pertumbuhan dan aktivitas mikroba, seperti bakteri, kapang, dan khamir. Selain itu, kadar air yang tinggi dapat mempengaruhi tingkat kolonisasi jamur, yang merupakan mikroorganisme yang dapat menyebabkan kerusakan bahan pangan. Kerusakan bahan pangan akibat reaksi kimia seperti reaksi oksidasi, hidrolisis, dan reaksi enzimatis yang terjadi pada suhu yang rendah dan kadar air yang tinggi.

f. Udara

Udara, khususnya oksigen, dapat mempengaruhi kerusakan bahan pangan melalui beberapa mekanisme. Oksigen dapat menyebabkan tengik pada bahan pangan yang mengandung lemak. Selain itu, udara dan oksigen dapat merusak vitamin terutama vitamin A dan C, warna bahan pangan, flavor, dan kandungan lain, juga penting untuk pertumbuhan kapang. Udara mengandung oksigen dapat menyebabkan perubahan karakteristik fisik dan kimiawi bahan pangan, seperti warna, bau, tekstur, dan bentuk. Udara mengandung oksigen dapat menyebabkan oksidasi pada lemak dan pigmen dalam bahan pangan. Oksidasi lemak dapat menghasilkan rasa yang tidak sedap, serta mengurangi nilai nutrisi dan kualitas produk. Udara dapat menyebabkan kehilangan air dari bahan pangan, yang dapat mengakibatkan penurunan kualitas produk. Udara dapat mempengaruhi tekstur bahan pangan, terutama pada produk yang sensitif terhadap kelembaban.

g. Sinar

Kerusakan bahan pangan karena sinar dapat terjadi melalui beberapa mekanisme. Sinar matahari dapat mempengaruhi kerusakan bahan pangan dengan mempercepat reaksi kimia seperti oksidasi lemak atau perubahan warna bahan pangan menjadi lebih pucat. Selain itu, sinar juga dapat mempengaruhi aktivitas mikroba dan enzim pada bahan pangan, yang dapat menyebabkan kerusakan bahan pangan. Dalam konteks penyimpanan bahan pangan, paparan sinar matahari langsung dapat mempercepat kerusakan bahan pangan. Oleh karena itu, penting untuk menyimpan bahan pangan di tempat yang terlindung dari paparan sinar matahari langsung untuk mempertahankan kualitasnya.

h. Waktu

Kerusakan bahan pangan seiring berjalannya waktu dapat terjadi karena berbagai faktor, termasuk proses alami, perubahan kimia, dan pertumbuhan mikroorganisme. Beberapa faktor yang dapat menyebabkan kerusakan bahan pangan seiring waktu meliputi: 1) Bahan pangan dapat mengalami reaksi kimia selama waktu tertentu seperti oksidasi, yang dapat menyebabkan perubahan karakteristik fisik dan kimiawi bahan pangan, seperti warna, bau, tekstur, dan bentuk. 2) Mikroba seperti kapang, bakteri, dan ragi/khamir selama waktu tertentu dapat merusak bahan pangan dengan menghidrolisis atau mendegradasi makromolekul menjadi fraksi-fraksi yang lebih kecil. 3) Aktivitas enzim dalam waktu tertentu, dapat menyebabkan kerusakan bahan pangan sehingga terjadi penyimpangan

citarasa makanan, seperti enzim lipoksidase yang menimbulkan bau langu pada kedelai.

3.4 Dampak Kerusakan Bahan Pangan

Kerusakan pada bahan pangan dapat menyebabkan kebusukan dan perubahan sifat fisik, kimia, atau sensorik yang ditolak oleh konsumen pada bahan pangan yang masih segar maupun yang telah diolah. Kerusakan bahan pangan dapat memiliki dampak yang signifikan, baik dari segi ekonomi maupun kesehatan masyarakat. Beberapa dampak umum akibat dari kerusakan bahan pangan.

a. Kehilangan Nilai Gizi

Dampak kerusakan pada bahan pangan yang menyebabkan kehilangan zat gizi merujuk pada situasi di mana kondisi atau proses tertentu menyebabkan berkurangnya kandungan zat gizi dalam bahan pangan. Kondisi ini dapat terjadi selama produksi, penyimpanan, pengolahan, atau distribusi makanan. Kerusakan dapat mengakibatkan hilangnya nilai gizi pada bahan pangan. Misalnya, pemanasan berlebihan atau penyimpanan yang tidak tepat dapat mengurangi kandungan nutrisi dalam makanan.

b. Kontaminasi Mikroba

Kerusakan pada bahan pangan dapat meningkatkan risiko kontaminasi mikroba, yang dapat berdampak negatif pada keamanan dan kualitas pangan. Bahan pangan yang rusak dapat menjadi tempat berkembang biak bagi mikroorganisme seperti bakteri, jamur, dan khamir. Ini dapat menyebabkan penyakit apabila bahan pangan yang terkontaminasi dikonsumsi.

Misalnya, jika bahan pangan mengalami pemotongan atau luka selama proses pengolahan atau penyimpanan, dapat memberikan pintu masuk bagi mikroorganisme patogen untuk masuk dan berkembang biak di dalamnya. Penyimpangan dari kondisi suhu yang tepat dapat menyebabkan kerusakan dan mempercepat pertumbuhan mikroba. Kelembaban yang tinggi atau suhu yang terlalu hangat dapat menciptakan lingkungan ideal untuk pertumbuhan mikroorganisme.

c. Kehilangan Kualitas Organoleptik

Dampak kerusakan pada bahan pangan yang menyebabkan kehilangan kualitas organoleptik merujuk pada perubahan atau kerusakan karakteristik sensoris atau inderawi makanan. Organoleptik mencakup aspek-aspek seperti rasa, aroma, warna, tekstur, dan penampilan visual dari makanan. Ketika kerusakan terjadi, karakteristik-karakteristik ini dapat mengalami perubahan yang dapat mempengaruhi penerimaan dan kepuasan konsumen. Misalnya kerusakan pada bahan pangan dapat menyebabkan perubahan dalam rasa makanan, merubah aroma, perubahan warna yang tidak diinginkan, dan tekstur makanan menjadi lembek.

d. Kerusakan Ekonomi

Kerusakan bahan pangan dapat mengakibatkan kerugian ekonomi baik bagi produsen maupun konsumen. Produsen mungkin mengalami kerugian karena produk yang rusak tidak dapat dijual, sedangkan konsumen mungkin harus membeli makanan tambahan atau menghadapi biaya pengobatan jika mereka mengonsumsi makanan yang terkontaminasi. Kerusakan pada bahan pangan juga dapat mengurangi nilai

produk tersebut. Penurunan kualitas dan keamanan makanan dapat mengakibatkan penurunan harga dan permintaan konsumen. Produsen bahan pangan yang mengalami kerusakan pada produk mereka dapat mengalami kehilangan pendapatan karena penurunan penjualan atau penurunan harga produk.

e. Pemborosan Sumber Daya

Kerusakan bahan pangan dapat berdampak pada pemborosan sumber daya, baik secara langsung maupun tidak langsung. Pemborosan sumber daya dapat terjadi sebagai hasil dari bahan pangan yang tidak dapat dimanfaatkan atau dikonsumsi, yang pada gilirannya mempengaruhi berbagai aspek termasuk lingkungan dan ekonomi. Misalnya jika bahan pangan mengalami kerusakan selama produksi atau penyimpanan, bahan baku yang digunakan untuk membuat produk tersebut juga dapat menjadi pemborosan. Proses produksi dan distribusi bahan pangan melibatkan penggunaan energi. Jika produk mengalami kerusakan dan harus dibuang, semua energi yang telah diinvestasikan dalam produksi, transportasi, dan penyimpanan juga menjadi pemborosan. Pembuangan bahan pangan yang rusak dapat menyebabkan pencemaran air dan tanah jika tidak dikelola dengan benar. Ini dapat membahayakan lingkungan dan sumber daya alam.

f. Dampak Sosial

Kerusakan pada bahan pangan tidak hanya berdampak pada ekonomi, tetapi juga dapat memengaruhi kesehatan masyarakat, keamanan pangan, dan kesejahteraan sosial. Misalnya jika bahan pangan rusak atau terkontaminasi, konsumsi makanan tersebut dapat menyebabkan masalah

kesehatan masyarakat, seperti keracunan makanan. Ini dapat memengaruhi kesehatan individu dan dapat menyebabkan beban penyakit yang lebih besar di masyarakat. Kerusakan bahan pangan juga dapat berdampak pada produksi pangan lokal dan keberlanjutan ekonomi lokal. Ini dapat mempengaruhi mata pencaharian dan pendapatan masyarakat yang bergantung pada sektor pertanian atau pangan.

g. Mengurangi Ketahanan Pangan

Kerusakan pada pangan dapat mengurangi ketahanan pangan, yang mencakup ketersediaan, aksesibilitas, dan konsumsi pangan yang cukup, aman, dan bergizi bagi seluruh populasi. Misalnya jika bahan pangan mengalami kerusakan, jumlah total makanan yang tersedia di pasar dapat berkurang. Hal ini dapat mempengaruhi ketersediaan pangan untuk memenuhi kebutuhan masyarakat, terutama di wilayah-wilayah yang sudah mengalami kerentanan pangan. Disamping itu kerusakan pada bahan pangan dapat menciptakan ketidakpastian terkait pasokan pangan di pasar. Hal ini dapat mengakibatkan fluktuasi harga dan sulitnya merencanakan produksi dan konsumsi pangan.

h. Masalah Lingkungan

Kerusakan pada bahan pangan dapat memiliki dampak yang signifikan terhadap lingkungan. Proses produksi, distribusi, dan pembuangan makanan dapat menyebabkan berbagai masalah lingkungan, baik secara langsung maupun tidak langsung. Proses pembuangan makanan yang terkontaminasi atau rusak dapat menyebabkan produksi gas rumah kaca selama proses dekomposisi. Gas metana yang

dihasilkan dari pembusukan makanan merupakan gas rumah kaca yang lebih kuat daripada karbon dioksida. Pembuangan bahan pangan yang rusak ke tempat pembuangan sampah dapat menyebabkan pencemaran air dan tanah. Zat-zat kimia dan nutrisi berlebih dari bahan pangan yang terurai dapat mencemari air tanah dan sungai.

3.5 Pencegahan dan Pengendalian Kerusakan Bahan Pangan

Pencegahan dan pengendalian kerusakan bahan pangan dapat dilakukan melalui pengawetan, pengolahan yang tepat, dan penanganan yang benar. Pencegahan dan pengendalian kerusakan bahan pangan merupakan langkah-langkah kritis untuk memastikan keamanan dan kualitas bahan pangan. Ada beberapa strategi yang dapat diambil untuk mencegah dan mengendalikan kerusakan bahan pangan diantaranya :

a. Praktik Higienis

Praktik higienis mengacu pada serangkaian tindakan dan kebiasaan untuk menjaga kebersihan dan mencegah kontaminasi bahan pangan serta penyebaran penyakit. Dalam konteks industri makanan, praktik higienis sangat penting untuk memastikan keamanan dan kualitas makanan yang dihasilkan. Menjaga kebersihan selama semua tahap produksi, mulai dari pengolahan hingga penyimpanan. Pekerja di sektor pangan harus mematuhi praktik higienis, seperti mencuci tangan secara teratur dan menggunakan pakaian kerja yang bersih.

b. Pemilihan Bahan Baku Berkualitas

Pemilihan bahan baku yang berkualitas sangat penting untuk memastikan bahwa produk akhir yang dihasilkan memiliki standar keamanan dan kualitas yang tinggi. Pilih bahan baku yang berkualitas tinggi dan bebas dari kontaminasi. Pastikan untuk memeriksa tanggal kedaluwarsa dan sumber bahan bakunya.

c. Pengawasan Suhu

Pengawasan suhu adalah praktik yang sangat penting dalam berbagai bidang, terutama dalam industri makanan dan penyimpanan bahan-bahan yang rentan terhadap perubahan suhu. Perlu penjagaan suhu yang tepat selama pengolahan, penyimpanan, dan distribusi. Temperatur yang tidak sesuai dapat mempercepat kerusakan bahan pangan. Pengawasan suhu sangat penting untuk mencegah pertumbuhan mikroba yang dapat menyebabkan kerusakan bahan pangan atau menyebabkan penyakit makanan

d. Penanganan dan Penyimpanan yang Tepat

Penanganan dan penyimpanan yang tepat merujuk pada serangkaian praktik dan prosedur yang dirancang untuk menjaga kualitas, keamanan, dan keberlanjutan bahan atau produk tertentu selama proses penanganan dan penyimpanan. Perlu memperhatikan prosedur penanganan dan penyimpanan yang tepat, terutama untuk makanan yang mudah rusak atau yang memerlukan kondisi khusus dan memastikan bahwa

makanan beku disimpan pada suhu yang cukup rendah untuk mencegah pertumbuhan mikroba.

e. Pengemasan yang Aman dan Sesuai

Pengemasan yang aman dan sesuai merupakan aspek penting dalam industri makanan,. Pengemasan yang baik tidak hanya melibatkan aspek keamanan, tetapi juga harus mempertimbangkan faktor-faktor lain seperti kepraktisan, kenyamanan konsumen, dan keberlanjutan. Pengemasan yang sesuai untuk mencegah kontaminasi dan mempertahankan kualitas bahan pangan. Pengemasan harus sesuai dengan persyaratan hukum dan standar keamanan pangan. Pengemasan yang sesuai dapat melindungi produk dari kerusakan fisik, kontaminasi mikroba, cahaya, udara, dan kelembaban.

f. Sistem Manajemen Keamanan Pangan

Sistem Manajemen Keamanan Pangan (Food Safety Management System - FSMS) adalah suatu pendekatan terstruktur yang dirancang untuk memastikan keamanan pangan dari produksi hingga konsumsi. Tujuannya adalah untuk mengidentifikasi, mengendalikan, dan meminimalkan risiko kontaminasi atau keracunan makanan dalam rantai pasokan pangan. Sistem Manajemen Keamanan Pangan dapat diterapkan oleh perusahaan atau organisasi dalam industri pangan untuk memastikan kepatuhan terhadap standar keamanan pangan. Misalnya dengan menerapkan sistem manajemen keamanan pangan seperti HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Points) untuk mengidentifikasi dan mengelola risiko secara proaktif. HACCP adalah suatu

pendekatan sistematis untuk mengidentifikasi, menilai, dan mengendalikan bahaya yang berkaitan dengan keamanan pangan. Ini melibatkan identifikasi titik kontrol kritis dalam proses produksi yang harus dipantau dan dikendalikan

g. Pemantauan dan Pengawasan Kualitas

Pemantauan dan Pengawasan Kualitas merujuk pada serangkaian kegiatan dan proses yang dilakukan untuk memastikan bahwa produk atau layanan memenuhi standar kualitas yang ditetapkan. Ini melibatkan langkah-langkah sistematis untuk memantau, mengevaluasi, dan mengendalikan karakteristik dan spesifikasi produk atau layanan. Misalnya melibatkan pengawasan secara terus-menerus terhadap semua tahapan produksi untuk memastikan bahwa proses berjalan sesuai dengan prosedur dan spesifikasi yang telah ditetapkan.

h. Ketahanan Sistem Logistik

Ketahanan sistem logistik merujuk pada kemampuan suatu sistem logistik untuk tetap beroperasi secara efektif dan efisien dalam menghadapi tekanan eksternal atau gangguan. Sistem logistik melibatkan rantai pasokan, distribusi, penyimpanan, dan pengelolaan inventaris, dan ketahanannya mengacu pada kemampuannya untuk mengatasi atau bahkan mencegah gangguan yang dapat mempengaruhi kelancaran operasionalnya. Memastikan sistem logistik seperti transportasi dan penyimpanan di seluruh rantai pasokan berfungsi dengan baik untuk mencegah kerusakan selama distribusi.

DAFTAR PUSTAKA

- Afrianti, L. Herliani. 2008. Teknologi Pengawetan Pangan. Penerbit ALfalbeta. Bandung
- Christine (2016) Pengawasan Mutu Dan Keamanan Pangan, Unsrat Press. Manado: Unsrat Press.
- Gardjito, Murdijati dan Swasti Y.R. 2013. Fisiologi pasca panen buah dan sayur. Gajah Mada University Press.
- Muchtadi, Tien dan Sugiyono. 2014. Prinsip dan proses teknologi pangan. Penerbit Alfabeta Bandung
- Mushollaeni. Wahyu. 2012. Penanganan dan rekayasa produk hasil pertanian. Penerbit Selaras. Malang.
- Pujimulyani, Dwiwati. 2014. Fisiologi Pasca Panen. Penerbit buku kedokteran
- Sudjatha. W dan N.W. Wisaniyasa, 2017. Fisiologi dan Teknologi Pasca Panen (Buah dan Sayur). Udayana University Press.
- Tjahyadi, Carmentjita. 1991. Teknologi Pengolahan pangan. Departemen Pendidikan. dan Kebudayaan. Direktorat Jenderal Pendidikan. Tinggi. Universitas Padjadjaran
- Widjanarko, Simon bambang. 2012. Fisiologi dan teknologi pasca panen. Penerbit Universitas Brawijaya

BAB 4

BUAH DAN SAYUR SEBAGAI BAHAN PANGAN

Oleh Usman Pato

4.1 Pendahuluan

Buah dan sayur merupakan bagian integral dari pola makan sehat yang mendukung keseimbangan nutrisi dan kesehatan tubuh manusia. Sejak zaman prasejarah, manusia telah menggantungkan hidupnya pada hasil tanaman ini sebagai sumber utama gizi dan energi. Buah dan sayur merupakan sumber bahan pangan yang kaya vitamin, mineral, serat, dan antioksidan. Buah dan sayur memiliki beragam warna, rasa, dan tekstur, menciptakan pengalaman kuliner yang memuaskan dan menyenangkan.

Kandungan antioksidan buah dan sayur yang tinggi merupakan salah satu manfaat utamanya. Antioksidan membantu tubuh melawan radikal bebas, yang dapat merusak sel-sel dan menyebabkan penuaan dini dan berbagai penyakit. Konsumsi buah dan sayur yang beragam memberikan berbagai jenis antioksidan, menciptakan lapisan pertahanan yang kuat untuk melindungi tubuh dari berbagai ancaman kesehatan.

Selain manfaat kesehatan, buah dan sayur juga dapat menjaga berat badan yang sehat. Kandungan serat tinggi dalam sayuran dan buah-buahan tidak hanya memberikan rasa kenyang lebih lama, tetapi juga membantu menjaga fungsi pencernaan yang optimal. Hal ini dapat berperan dalam mencegah obesitas dan masalah-masalah kesehatan terkait. Oleh karena itu permintaan buah dan sayur terus meningkat dari konsumen yang semakin sadar akan pentingnya makanan yang sehat, alami, dan nyaman, dan makanan nabati menjadi semakin populer. Nutrisi sehat telah menjadi populer, dengan sebagian besar konsumen mencari makanan dan minuman yang memenuhi kesehatan dan kesejahteraan, etika, dan persyaratan peningkatan keberlanjutan.

4.2 Definisi Buah dan Sayur

Pengertian buah dan sayur dapat ditinjau dari segi atau bidang ilmu Botani dan Bidang ilmu Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian.

a. Definisi berdasar ilmu Botani

Bagian tumbuhan yang berkembang dari bunga setelah penyerbukan disebut buah. Buah biasanya memiliki biji di dalamnya, yang berfungsi sebagai alat reproduksi tumbuhan, dan merupakan sumber pangan yang kaya gizi bagi manusia. Dalam ilmu botani, sayur digunakan untuk merujuk pada bagian tanaman yang dapat dikonsumsi atau digunakan sebagai bahan pangan manusia. Namun, perlu dicatat bahwa istilah sayur sendiri adalah istilah kuliner dan tidak selalu memiliki definisi yang jelas dalam konteks ilmu Botani. Dalam konteks Botani, biasanya lebih sering digunakan istilah seperti "tanaman sayuran"

atau "sayur-sayuran" untuk merinci jenis-jenis tanaman yang dimaksud.

b. Definisi berdasar ilmu Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian

Dalam bidang Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian sesungguhnya tidak ada perbedaan nyata antara komoditi pangan yang dikategorikan buah dan sayuran. Secara khusus, istilah "sayur" dapat mengacu pada tanaman apapun yang bagiannya dapat dikonsumsi. Berdasarkan kebiasaan dan kesepakatan komoditi yang biasa dimakan sebagai teman nasi disebut sayuran, baik dalam bentuk segar maupun hasil olahannya misalnya kentang, kubis, kangkung, ketimun, cabai, tomat dan lain-lain. Sedang komoditi yang biasa dikonsumsi dalam bentuk segar sebagai cuci mulut (*dessert*) dikategorikan buah misalnya pisang, apel, jeruk, nenas, pear, peach, strawberry dan lain-lain. Jadi beberapa buah misalnya ketimun, cabai dan tomat yang secara ilmu Botani dianggap buah tetapi dalam Teknologi Pangan dikategorikan sayuran berdasarkan kesepakatan di atas. Jadi berdasarkan hal ini sayuran dapat berasal dari beberapa bagian atau organ tumbuh-tumbuhan misalnya dari:

- Daun: kubis, sawi, bayam, kangkung, kelor, daun ubi kayu
- Bunga: turi, brokoli, kubis/kol bunga
- Batang: seledri, talas, asparagus, batang pisang muda
- Umbi: kentang, wortel, lobak, bengkuang
- Biji: jagung, kacang-kacangan misalnya kedelai, kacang tanah, buncis, kacang panjang
- Buah: cabai, tomat, ketimun, labu, terong.

Jenis sayur yang dikategorikan juga berbeda di setiap negara karena kebiasaan makan dan penyajian makanan yang berbeda. Misalnya, alpukat sering dianggap sebagai sayur di negara-negara barat karena sering dimakan bersama selada, tetapi di Indonesia, karena sering dibuat menjadi jus, maka dianggap sebagai buah.

4.3 Kandungan Buah dan Sayur

Beberapa faktor seperti fungsi fisiologis, tingkat kematangan dan sebagainya memengaruhi perbedaan struktur dan komposisi buah dan sayur. Dengan demikian hampir tidak ada dua buah atau sayur memiliki komposisi kimia yang persis sama walaupun dari pohon yang sama. Secara umum buah dan sayur tersusun beberapa komponen gizi, serat dan senyawa fitokimia.

1. Air

Kadar air buah dan sayuran tropis yang umum dijumpai di Indonesia sangat bervariasi mulai dari 65,0% sampai 92,9% (Tabel 4.1).

Tabel 4. 1. Kandungan air dalam beberapa buah dan sayur tropis

| Nama buah dan sayur segar | Kadar air (gr dalam 100 gr BDD*) |
|---------------------------|-------------------------------------|
| Durian | 65,0 |
| Manggis | 83,0 |
| Rambutan | 80,5 |
| Jeruk bali | 86,5 |
| Nanas | 88,9 |
| Alpukat | 84,3 |
| Mangga | 86,6 |
| Kubis | 86,2 |
| Bawang merah | 89,1 |
| Kentang | 83,4 |
| Cabai merah | 90,9 |
| Tomat merah | 92,9 |

| Nama buah dan sayur segar | Kadar air (gr dalam 100 gr BDD*) |
|---------------------------|-------------------------------------|
| Sawi | 92,2 |
| Wortel | 89,9 |
| Terong | 92,7 |

Sumber: Tabel Komposisi Pangan Indonesia (2017); BDD = Berat yang dapat dimakan

Durian yang merupakan salah satu buah tropis memiliki kadar air yang lebih rendah dibanding buah tropis lainnya seperti nanas, mangga dan papaya yang memiliki kadar air di atas 80%. Kadar air sayuran dari umbi-umbian misalnya kentang dan wortel relatif lebih rendah dibanding sayuran daun misalnya kubis dan sawi. Kadar air dalam buah dan sayur sangat erat kaitannya dengan kesegaran bahan makanan tersebut. Air merupakan komponen utama dalam buah dan sayur, dan kadar air yang tinggi seringkali menjadi indikator utama kesegaran. Kadar air yang tinggi memberikan tekstur yang menyegarkan dan renyah pada buah dan sayur. Ketika kehilangan kadar air, maka buah dan sayur dapat menjadi layu, lembek, dan kehilangan krispinessnya.

2. Kalori

Pada umumnya, buah dan sayur merupakan sumber nutrisi yang kaya serat, vitamin, dan mineral, namun rendah kalori. Beberapa contoh buah dan sayur beserta estimasi kandungan kalornya disajikan pada Tabel 2. Kandungan kalori buah dan sayur dapat bervariasi tergantung pada ukuran dan cara pengolahan. Buah dan sayur umumnya rendah kalori dan dapat menjadi bagian penting dari pola makan sehat. Durian dan alpukat merupakan buah yang relative menghasilkan kalori yang lebih tinggi dibanding buah dan sayur lainnya. Hal ini

disebabkan kadar karbohidrat terutama pati dan gula-gula sederhana yang lebih tinggi pada buah durian dan alpukat.

Tabel 4. 2. Kandungan kalori dalam beberapa buah dan sayur tropis

| Nama buah dan sayur segar | Kalori (kalori dalam 100 gr BDD*) |
|---------------------------|--------------------------------------|
| Durian | 134 |
| Manggis | 63 |
| Rambutan | 69 |
| Jeruk bali | 48 |
| Nanas | 40 |
| Alpukat | 85 |
| Mangga | 52 |
| Kubis | 51 |
| Bawang merah | 46 |
| Kentang | 62 |
| Cabai merah | 36 |
| Tomat merah | 24 |
| Sawi | 28 |
| Wortel | 36 |
| Terong | 28 |

Sumber: Tabel Komposisi Pangan Indonesia (2017); BDD = Berat yang dapat dimakan

3. Karbohidrat

Kadar karbohidrat buah dan sayuran berkisar dari 4 sampai 28% dan bahkan sampai 60% untuk sayuran yang berasal dari sereal. Namun buah dan sayur merupakan sumber serat yang tinggi dibanding bahan pangan lainnya (Tabel 3). Karbohidrat yang terdapat pada buah dan sayur meliputi pati atau amilum, gula sederhana dan polisakarida lain berupa selulosa, hemiselulosa, protopektin, pektin, dan asam pektinat.

Tabel 4. 3. Kandungan karbohidrat dalam beberapa buah dan sayur tropis

| Nama buah dan sayur segar | Kadar karbohidrat | Kadar serat |
|---------------------------|------------------------|-------------|
| | (gr dalam 100 gr BDD*) | |
| Durian | 28,0 | 3,5 |
| Manggis | 15,6 | 1,5 |
| Rambutan | 18,1 | 0,8 |
| Jeruk bali | 12,4 | 0,8 |
| Nanas | 9,9 | 0,3 |
| Alpukat | 7,7 | - |
| Mangga | 12,3 | 1,6 |
| Kubis | 8,0 | 3,4 |
| Bawang merah | 9,2 | 1,7 |
| Kentang | 13,5 | 0,5 |
| Cabai merah | 7,3 | 1,4 |
| Tomat merah | 4,7 | 1,5 |
| Sawi | 4,0 | 2,5 |
| Wortel | 7,9 | 1,0 |
| Terong | 5,5 | 2,1 |

Sumber: Tabel Komposisi Pangan Indonesia (2017); BDD = Berat yang dapat dimakan

Pati merupakan karbohidrat utama dari jaringan tanaman yang terdiri atas 2 jenis yaitu amilosa yang tersusun dari polimer α -D-glukosa dengan ikatan α -1,4 glikosidik, dan amilopektin dengan ikatan α -1,4 dan α -1,6 sehingga bentuknya bercabang. Kandungan amilosa dan amilopektin jelas berbeda pada berbagai tanaman, baik jumlah maupun ukurannya. Sayuran dari umbi-umbian pada umumnya mengandung pati yang tinggi kecuali pada beberapa sayuran misalnya wortel dan bit. Sedang buah yang sudah masak mengandung sedikit pati karena telah terurai menjadi gula-gula sederhana yang memberikan rasa manis pada buah. Kandungan gula-gula sederhana seperti

glukosa, fruktosa, sukrosa sangat bervariasi pada buah dan sayuran.

Polisakarida yang terdapat pada buah dan sayur sebagai penyusun dinding sel adalah selulosa, hemiselulosa dan pektik.

- a. Selulosa adalah polisakarida dinding sel utama dan merupakan polimer tak bercabang yang terdiri dari α -D-glukosa dengan ikatan α -1,4 glikosidik. Selulosa tidak larut dalam air dan tidak dicerna oleh manusia.
- b. Hemiselulosa adalah polisakarida yang beragam yang terdiri dari heksosa, seperti D-glukosa, D-manosa, dan D-galaktosa; pentosa, seperti D-xilosa, L-arabinosa, dan L-rhamnosa, serta asam, seperti asam D-glukuronat dan asam D-galakturonat.
- c. Protopektin, pektin, dan asam pektinat adalah beberapa senyawa yang termasuk dalam substansi pektik; polisakarida ini biasanya diesterifikasi dengan metil alkohol dan terdiri dari rantai-rantai 1-4 asam galakturonat.

Lignin yang merupakan senyawa protein yang berikatan dengan karbohidrat dan membuat dinding sel tanaman keras. Lignin adalah komponen lain yang membentuk dinding sel buah dan sayur yang bukan karbohidrat. Kandungan lignin dalam kayu mencapai 30%, tetapi hanya sedikit dalam di buah dan sayur.

4. Protein

Kandungan protein dalam buah dan sayur secara umum berkisar 0,6–2,5%, kecuali untuk sayuran mengandung pati yang tinggi seperti kedelai yang bisa mencapai 40% (Tabel 4).

Tabel 4. 4. Kandungan protein dalam beberapa buah dan sayur tropis

| Nama buah dan sayur segar | Kadar protein (gr dalam 100 gr BDD*) |
|---------------------------|---|
| Durian | 2,5 |
| Manggis | 0,6 |
| Rambutan | 0,9 |
| Jeruk bali | 0,6 |
| Nanas | 0,6 |
| Alpukat | 0,9 |
| Mangga | 0,7 |
| Kubis | 2,5 |
| Bawang merah | 1,5 |
| Kentang | 2,1 |
| Cabai merah | 1,0 |
| Tomat merah | 1,3 |
| Sawi | 2,3 |
| Wortel | 1,0 |
| Terong | 1,1 |

Sumber: Tabel Komposisi Pangan Indonesia (2017); BDD = Berat yang dapat dimakan

Protein dalam buah dan sayur memegang peranan penting sebagai penyusun membran sel dan komponen enzim yang berfungsi sebagai biokatalis. Setelah buah dan sayur dipanen, enzim-enzim ini melakukan fungsi anabolisme dan katabolisme. Contoh enzim hidrolisis adalah poligalakturonase, khlorofilase, protease, esterase, amilase, DNA-ase, RNA-ase, dan

enzim oksido-reduktase seperti peroksidase, katalase, asam amino oksidase, lipoksidase, dehidrogenase, dan fenolase.

5. Lemak

Pada umumnya kandungan lemak pada buah dan sayur relatif sedikit yaitu antara 0,1–3% (Tabel 5). Mayoritas lemak dan minyak dalam sereal ditemukan dalam embrio. Buah dan sayuran biasanya mengandung asam linoleat (asam lemak tidak jenuh ganda dengan jumlah C=18), asam oleat (asam lemak tidak jenuh tunggal dengan jumlah C=18), dan asam palmitat (asam lemak jenuh dengan jumlah C=16). Lipid, biasanya dalam bentuk fosfolipid dan glikolipid di membran sel tanaman, serta dalam beberapa jaringan tanaman, seperti lipoprotein, galaktolipid, dan sulfolipid. Lemak dalam buah dan sayur umumnya termasuk dalam kategori lemak yang sehat, seperti lemak tak jenuh tunggal dan lemak tak jenuh ganda. Lemak ini penting untuk fungsi tubuh dan dapat membantu penyerapan beberapa vitamin, seperti vitamin A, D, E, dan K.

Tabel 4. 5. Kandungan lemak dalam beberapa buah dan sayur tropis

| Nama buah dan sayur segar | Kadar lemak (gr dalam 100 gr BDD*) |
|---------------------------|---------------------------------------|
| Durian | 3,0 |
| Manggis | 0,6 |
| Rambutan | 0,1 |
| Jeruk bali | 0,2 |
| Nanas | 0,3 |
| Alpukat | 6,5 |
| Mangga | 0,1 |
| Kubis | 1,1 |
| Bawang merah | 0,3 |
| Kentang | 0,2 |
| Cabai merah | 0,3 |
| Tomat merah | 0,5 |

| Nama buah dan sayur segar | Kadar lemak (gr dalam 100 gr BDD*) |
|---------------------------|---------------------------------------|
| Sawi | 0,3 |
| Wortel | 0,6 |
| Terong | 0,2 |

Sumber: Tabel Komposisi Pangan Indonesia (2017); BDD = Berat yang dapat dimakan

6. Vitamin

Beberapa jenis vitamin yang sangat penting bagi manusia dapat ditemukan dalam buah dan sayur (Tabel 6). Di antara vitamin tersebut adalah vitamin C yang banyak ditemukan dalam durian, jeruk bali, pepaya, mangga, nanas, rambutan, dan sayur misalnya tomat, kubis, sawi dan wortel. Selain itu, juga mengandung beberapa jenis vitamin kompleks, seperti vitamin B1 (tiamin) dalam buah dan sayur, vitamin B2 (riboflavin) dalam sayuran hijau seperti buncis, bayam, dan kangkung, vitamin B3 (niasin) dalam durian, alpukat dan cabai merah, asam folat dalam sayuran hijau, dan biotin dalam kacang tanah, pisang, dan tomat.

Tabel 4. 6. Kandungan vitamin dalam beberapa buah dan sayur tropis

| Nama buah dan sayur segar | β -karo-ten | Karo-tenoid total | Thia-min | Ribo-flavin | Niacin | Vitamin C |
|---------------------------|-------------------|-------------------|----------|-------------|--------|-----------|
| (mg dalam 100 gr BDD) | | | | | | |
| Durian | 146,0 | 175,0 | 0,10 | 0,19 | 136,5 | 53,0 |
| Manggis | 0,0 | 0,0 | 0,03 | 0,03 | 0,3 | 5,0 |
| Rambutan | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,07 | 0,5 | 58,0 |
| Jeruk bali | 33,0 | 20,0 | 0,04 | 0,0 | 0,4 | 43,0 |
| Nanas | 17,0 | 90,0 | 0,02 | 0,04 | 0,2 | 22,0 |
| Alpukat | 189,0 | 180,0 | 0,05 | 0,08 | 1,0 | 13,0 |
| Mangga | 316,0 | 0,0 | 0,03 | 0,01 | 0,3 | 12,0 |
| Kubis | 9999 | 0,0 | 0,40 | 0,10 | 0,2 | 16,0 |
| Bawang | 2,0 | 0,0 | 0,03 | 0,04 | 0,2 | 2,0 |

| Nama buah dan sayur segar merah | β -karo-ten | Karo-tenoid total | Thia-min | Ribo-flavin | Niacin | Vitamin C |
|---------------------------------|-------------------|-------------------|----------|-------------|--------|-----------|
| Kentang | 0,0 | 0,0 | 0,09 | 0,10 | 1,0 | 21,0 |
| Cabai merah | 5833 | 470,0 | 0,05 | 0,09 | 3,0 | 18,0 |
| Tomat merah | 575,0 | 2083 | 0,06 | 0,07 | 0,4 | 34,0 |
| Sawi | 2042 | 6460 | 0,09 | 0,23 | 0,7 | 10,0 |
| Wortel | 3784 | 7125 | 0,04 | 0,04 | 1,0 | 18,0 |
| Terong | 46,0 | 30,0 | 0,04 | 0,03 | 0,5 | 5,0 |

Sumber: Tabel Komposisi Pangan Indonesia (2017); BDD = Berat yang dapat dimakan

β -karoten dan karotenoid total juga banyak ditemukan dalam buah misalnya durian, alpukat, mangga, dan dalam sayur misalnya cabai merah, tomat, sawi, wortel dan terong.

7. Mineral

Buah dan sayur mengandung beberapa jenis mineral seperti Ca, P, Fe, Na, K dan lain-lain (Tabel 7). Buah dan sayur adalah sumber nutrisi yang kaya akan berbagai mineral yang penting untuk kesehatan tubuh. Kalsium (Ca) ditemukan pada banyak jenis buah dan sayur terutama kubis, sawi dan kentang. Kalsium diperlukan manusia untuk pembentukan tulang dan gigi. Kalsium dan asam oksalat dapat membentuk kalsium oksalat pada buah dan sayur. Meskipun kalsium oksalat secara kimia mengandung kalsium, penting untuk dicatat bahwa kalsium dalam bentuk ini tidak sepenuhnya dapat diserap oleh tubuh manusia. Dengan demikian kalsium dalam bahan pangan nabati memiliki daya cerna dan serapan lebih rendah dibanding bahan pangan hewani. Kalium juga ditemukan dalam jumlah besar pada durian, rambutan, jeruk bali, nanas, alpukat, mangga

serta sayur misalnya bawang merah, kentang, cabai merah, sawi, wortel dan terong. Kalium diperlukan untuk keseimbangan cairan dalam tubuh dan fungsi otot. Fosfor bisa ditemukan dalam berbagai jenis buah dan sayur misalnya durian, jeruk bali, alpukat dan sayur seperti tomat, kentang, kubis, bawang merah dan wortel.

Tabel 4. 7. Kandungan mineral dalam beberapa buah dan sayur tropis

| Nama buah dan sayur segar | Abu | Ca | P | Fe | Na | K | Cu | Zn |
|---------------------------|-----------------------|------|------|-----|------|-------|------|-----|
| | (mg dalam 100 gr BDD) | | | | | | | |
| Durian | 8,0 | 7,0 | 44,0 | 1,3 | 1,0 | 601 | 0,1 | 0,3 |
| Manggis | 0,2 | 8,0 | 12,0 | 0,8 | 10,0 | 61,9 | 0,1 | 0,1 |
| Rambutan | 0,4 | 16,0 | 16,0 | 0,5 | 16,0 | 104,2 | 0,2 | 0,2 |
| Jeruk bali | 0,5 | 23,0 | 27,0 | 0,5 | 21,0 | 366,1 | 3,0 | 0,1 |
| Nanas | 0,3 | 22,0 | 14,0 | 0,9 | 18,0 | 111,0 | 0 | 0,1 |
| Alpukat | 0,6 | 10,0 | 20,0 | 0,9 | 2,0 | 278,0 | 0,2 | 0,4 |
| Mangga | 0,2 | 20,0 | 16,0 | 1,0 | 3,0 | 140,0 | 0,3 | 0 |
| Kubis | 2,2 | 100 | 50,0 | 3,4 | 50 | 100,0 | 0,9 | 0,6 |
| Bawang merah | 1,0 | 36,0 | 40,0 | 0,8 | 7,0 | 179,0 | 0,06 | 0,2 |
| Kentang | 0,8 | 63,0 | 58,0 | 0,7 | 7,0 | 396,0 | 0,4 | 0,3 |
| Cabai merah | 0,5 | 29,0 | 24,0 | 0,5 | 23,0 | 272,4 | 0,12 | 0,2 |
| Tomat merah | 0,6 | 8,0 | 77,0 | 0,6 | 10,0 | 164,9 | 0,14 | 0,2 |
| Sawi | 1,2 | 220 | 38,0 | 2,9 | 22,0 | 436,5 | 0,12 | 0,2 |
| Wortel | 0,6 | 45,0 | 74,0 | 1,0 | 70,0 | 245,0 | 0,06 | 0,3 |
| Terong | 0,5 | 15,0 | 37,0 | 0,4 | 9,0 | 187,0 | 0,10 | 0,1 |

Sumber: Tabel Komposisi Pangan Indonesia (2017); BDD = Berat yang dapat dimakan

Fosfor dibutuhkan manusia untuk pembentukan tulang dan sel-sel tubuh. Buah dan sayur cenderung memiliki kandungan Na yang rendah, kecuali pada jeruk bali, nanas, cabai merah, sawi dan wortel yang cukup tinggi. Zat besi (Fe)

juga ditemukan dalam buah-buahan seperti apel dan sayuran hijau seperti bayam. Zat besi penting untuk pembentukan hemoglobin dalam darah. Tembaga juga ditemukan dalam buah dan sayur dengan jumlah sedikit namun penting untuk pembentukan sel darah merah. Seng terdapat dalam berbagai buah dan sayur dengan jumlah sekitar 0,1–0,6% yang berperan dalam mendukung sistem kekebalan tubuh dan pertumbuhan sel.

8. Asam-asam organik

Asam alifatik dan asam aromatik (karboksilik dan siklik) adalah beberapa jenis asam organik yang ditemukan di dalam buah dan sayur. Siklus asam sitrat, yang juga dikenal sebagai siklus Krebs untuk mengabadikan nama peneliti Hans Krebs yang banyak berkontribusi pada metabolisme karbohidrat, menghasilkan asam-asam organik sebagai hasil antara (senyawa *intermediate*). Beberapa asam organik umum yang dapat ditemukan dalam buah dan sayur antara lain:

- a. Asam sitrat ditemukan dalam jumlah tinggi dalam buah jeruk, lemon, dan buah-buahan sitrus lainnya. Asam sitrat memberikan rasa asam segar pada buah-buahan tersebut.
- b. Asam malat ditemukan dalam buah apel, stroberi, dan buah lain. Asam malat memberikan rasa asam pada buah dan juga berkontribusi pada rasa masam pada beberapa jenis buah.
- c. Asam oksalat ditemukan dalam jumlah tinggi di sayuran hijau seperti bayam, kangkung, dan ubi jalar. Asam oksalat dapat memberikan rasa asam dan sering kali dapat mengkristal dalam bentuk kalsium oksalat yang dapat

menyebabkan pembentukan batu ginjal pada beberapa individu.

- d. Asam askorbat (Vitamin C) yang bukan asam karboksilat, namun vitamin C memiliki sifat asam dan ditemukan dalam jumlah tinggi di buah-buahan seperti jeruk, stroberi, dan kiwi.
- e. Asam benzoat ditemukan dalam jumlah kecil di beberapa buah seperti aprikot, jeruk, dan stroberi. Asam benzoat sering digunakan sebagai bahan pengawet makanan karena memiliki sifat antimikroba.
- f. Asam asetat ditemukan dalam cuka dan beberapa buah seperti apel. Asam asetat memberikan rasa asam pada buah dan sayur.

Asam-asam organik ini memberikan kontribusi pada rasa dan aroma buah dan sayur, serta dapat memiliki berbagai manfaat kesehatan.

9. Senyawa-senyawa pembentuk citarasa

Dalam buah dan sayur, ada berbagai jenis senyawa yang menciptakan citarasa, seperti gula yang menciptakan rasa manis, asam-asam organik yang menciptakan rasa asam, flavonoid yang menciptakan rasa pahit pada jeruk dan mentimun, dan senyawa belerang yang menciptakan bau tajam pada bawang putih. Selain itu, ada juga berbagai jenis ester, alkohol, asam, aldehid, keton, diasetil, asetilkarbinol, dan geraniol yang menciptakan bau. Beberapa senyawa utama yang berkontribusi pada citarasa buah dan sayur meliputi:

- a. Ester merupakan senyawa yang memberikan aroma buah yang khas, contohnya metil isovalerat yang memberikan aroma apel.
- b. Terpen misalnya monoterpena yang memberikan aroma khas pada beberapa buah dan sayuran, seperti limonen dalam jeruk dan linalol pada anggur. Selain itu sesquiterpena contohnya bisabolol pada apel, yang memberikan aroma manis.
- c. Aldehid dapat memberikan aroma buah yang manis contohnya benzaldehida yang memberikan aroma pada buah cherry.
- d. Alkohol seperti mentol dan oktanol dapat memberikan sensasi dingin dan aroma segar pada beberapa buah dan sayuran.
- e. Keton yang memberikan aroma khas pada buah dan sayuran, contohnya menton pada mentimun.
- f. Asam-asam organik seperti asam sitrat, asam malat, dan asam askorbat memberikan rasa asam yang khas pada buah dan sayur.
- g. Sulfida yang terdapat pada beberapa buah dan sayuran, terutama bawang putih dan bawang merah yang memberikan aroma dan rasa tajam.
- h. Amid contohnya adalah vanilamid yang memberikan aroma vanilla pada beberapa buah.
- i. Senyawa aromatik misalnya benzaldehid dan anetol memberikan aroma khas pada buah dan sayuran tertentu.

Setiap buah dan sayur memiliki kombinasi unik dari senyawa-senyawa ini yang memberikan identitas rasa dan aroma yang khas masing-masing. Varietas tanaman dan kondisi

pertumbuhan juga dapat memengaruhi komposisi senyawa-senyawa ini.

10. Pigmen

Pigmen adalah senyawa organik yang mengubah warna makanan. Dalam buah dan sayur, ada 4 kelompok pigmen: klorofil, karotenoid, antosianin dan flavoid (antoxanthin).

- a. Klorofil berada di permukaan daun dan batang, yaitu di lapisan spongi di bawah kutikula. Oleh karena itu, sayuran hijau mengandung pigmen ini dalam jumlah besar, sedangkan dalam buah-buahan yang telah masak jumlah pigmen ini sangat sedikit.
- b. Karotenoid adalah kelompok pigmen berwarna kuning, orange, atau merah orange yang tidak larut dalam air tetapi larut dalam lemak atau pelarut organik. Seperti halnya klorofil, karotenoid terletak didalam kloroplas daun atau batang tanaman yang berwarna hijau. Disamping itu juga terdapat pada bagian lain tanaman misalnya pada umbi dan buah.
- c. Antosianin yang memberikan warna merah, biru dan ungu pada buah, daun atau bunga. Antosianin merupakan pigmen yang larut dalam air yang ditemukan dalam buah seperti buah ceri, strawberi, buah anggur dan delima serta sayuran misalnya kubis merah/ungu. Antosianin tidak hanya memberikan warna pada buah dan sayuran, tetapi juga dikenal memiliki potensi manfaat kesehatan, seperti kemampuan antioksidan untuk melawan radikal bebas dalam tubuh. Selain itu, beberapa penelitian menunjukkan bahwa antosianin dapat berperan dalam

mendukung kesehatan kardiovaskular dan mengurangi risiko penyakit kronis tertentu.

- d. Flavonoid merupakan kelompok pigmen yang larut dalam air dan memberi warna kuning atau putih (tidak berwarna) pada buah dan sayur. Di samping itu, flavonoid juga memberikan beberapa manfaat kesehatan bagi manusia. Beberapa jenis flavonoid dan fungsinya meliputi quercetin yang ditemukan dalam bawang merah, bawang putih, apel, anggur merah, brokoli. Quercetin berfungsi sebagai antioksidan kuat dan memiliki potensi antiinflamasi. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa quercetin dapat mendukung kesehatan jantung dan memiliki efek antikanker. Kaempferol dalam brokoli, bayam, teh hijau, delima memiliki sifat antioksidan dan antiinflamasi. Studi epidemiologi telah menunjukkan kaitannya dengan penurunan risiko penyakit jantung dan beberapa jenis kanker. *Catechin* dalam anggur merah, apel berfungsi sebagai antioksidan dan telah dikaitkan dengan manfaat kesehatan seperti perlindungan terhadap penyakit jantung dan potensi efek antikanker. Hesperidin dalam jeruk dan buah lainnya memiliki sifat antiinflamasi dan antioksidan Hesperidin dikaitkan dengan potensi manfaat kesehatan seperti mendukung kesehatan pembuluh darah dan penurunan tekanan darah. Rutin atau *quercetin-3-rutinoside* dalam jeruk dan apel berfungsi sebagai antioksidan dan antiinflamasi. Rutin adalah flavonoid dan lebih tepatnya termasuk dalam kelompok flavonol. Flavonol adalah salah satu kelas flavonoid yang memiliki

struktur dasar yang sama, yaitu inti flavon dengan cincin karbon-oksigen pada posisi 3.

4.4 Produk Olahan Buah-Buahan

Buah dan sayur yang dikonsumsi segar memiliki banyak manfaat bagi kesehatan karena kaya akan nutrisi, serat, dan antioksidan. Beberapa contoh buah yang baik untuk dikonsumsi segar adalah apel, pisang, jeruk, anggur, stroberi, mangga, melon, dan papaya, serta sayur misalnya brokoli, wortel, selada, tomat, mentimun, paprika (merah, kuning, hijau), kubis. Khusus sayuran, biasanya dikonsumsi segar dalam bentuk salad. Salad adalah hidangan ringan yang biasanya terdiri dari campuran sayuran segar, buah-buahan, biji-bijian, dan sering kali diberi saus atau dressing untuk memberikan rasa tambahan.

Selain dikonsumsi dalam bentuk bentuk segar, beberapa buah dan sayur dapat diolah menjadi produk olahan yang cukup populer misalnya *sweets* atau manisan, jus dan buah kaleng.

1. *Sweets* atau manisan

Sweets atau manisan merupakan produk yang dibuat dari buah yang diolah dengan penambahan gula dan beberapa macam bahan lain. Berdasarkan cara pengolahannya maka dikenal berbagai jenis *sweets* antara lain *jelly*, *jam*, *preserves*, *marmalade*, *conserves*, madu buah dan mentega buah (*fruit butter*). Produk-produk ini hampir serupa yakni merupakan bentuk hasil pengawetan/pengolahan buah dengan gula dan mempunyai sifat-sifat seperti *jelly*. Produk ini mengandung gula yang tinggi sehingga ditinjau dari nilai gizinya merupakan sumber energi yang baik. Tetapi bagi mereka yang

membutuhkan kalori rendah disarankan membatasi jumlah konsumsi produk ini. Adapun jenis-jenis produk olahan sweets adalah:

a. *Jelly*

Jelly dibuat dari sari buah yang dipekatkan, jernih, transparan, bebas dari pulp atau partikel asing, konsistensinya stabil, cukup kukuh mempertahankan bentuknya bila dikeluarkan dari wadahnya, mudah dikerat dengan pisau, dan setelah dipotong ujungnya jernih dan berkilap. Dalam pembuatannya ada tiga substansi yang paling berperan yaitu pektin, asam dan gula. Kandungan pektin (asam poligalakturonat) berbeda-beda antara satu buah dengan buah lainnya dalam hal gugusan metoksil, sifat-sifat fisik, derajat polimerisasi dan esterifikasi. Pektin terdapat secara alamiah dalam buah-buahan sebagai hasil degradasi dari protopektin selama pematangan. Pektin merupakan koloid yang reversible artinya bisa larut dalam air, diendapkan, dikeringkan dan dilarutkan kembali tanpa merubah sifat fisiknya. Kondisi optimum untuk pembentukan jelly adalah pektin sebanyak 0,75–1,5%, gula sebanyak 65–70% dan asam dengan pH 3,2–3,4. Selain itu juga dipengaruhi oleh jenis pektin, jenis asam, mutu buah yang diolah, prosedur pemasakan dan pengisian berpengaruh pada mutu akhir, stabilitas fisik dan ketahanan terhadap mikroorganisme.

b. *Jam* atau selai

Jam atau selai dibuat dari hancuran buah yang dimasak dengan gula sampai konsistensinya menyerupai jelly. Beberapa jenis selai yang umum dijumpai di pasaran

adalah adalah selai stroberi, selai nanas, selai mangga, selai apel dan selai jeruk atayu selai campuran buah tertentu. Selain sebagai tambahan pada roti atau kue, selai juga bisa digunakan dalam berbagai resep, seperti topping pancake, campuran dalam yogurt atau bahkan sebagai lapisan pada kue.

c. *Preserves*

Preserves adalah buah kecil yang utuh atau buah besar yang dipotong-potong kecil dengan ukuran seragam yang dimasak dalam sirop sampai jernih, kemudian dicampurkan dengan sirop atau sari buah kental.

d. *Marmalade*

Marmalade adalah jenis selai yang khas, terbuat dari kulit jeruk yang diolah bersama dengan air, gula, dan kadang-kadang ditambahkan dengan asam lemon. Perbedaan utama antara marmalade dan selai lainnya adalah penggunaan kulit buah jeruk, yang memberikan marmalade rasa unik yang manis, asam, dan sedikit pahit.

e. *Conserves*

Conserves adalah jenis selai buah yang mirip dengan preserves. Keduanya sering kali digunakan secara bergantian, tetapi ada beberapa perbedaan kecil dalam proses pembuatan dan karakteristik produk akhir. *Conserves* adalah selai yang dibuat dari campuran buah dan biasanya ditambahkan juga kismis dan kacang.

f. *Madu buah (fruit honey)*

Madu buah merupakan sari buah yang dimasak atau dipekatkan sampai mencapai konsistensi menyerupai madu. Madu buah sering kali digunakan sebagai pemanis alami

dalam berbagai hidangan, minuman atau sebagai selai untuk roti. Meskipun namanya mengandung kata "madu," namun madu buah bukanlah produk lebah dan tidak memiliki karakteristik atau manfaat kesehatan yang sama dengan madu yang dihasilkan oleh lebah.

g. Mentega Buah (*fruit butter*)

Mentega buah merupakan produk buah-buahan yang dibuat dari hancuran buah yang dimasak sampai konsis-tensinya halus dan lunak kemudian ditambahkan bumbu-bumbu. Meskipun namanya mengandung kata "mentega," namun mentega buah tidak mengandung produk susu atau lemak hewani, melainkan kandungan buah yang diolah menyerupai mentega.

2. Jus dan Buah Kaleng

Pengalengan merupakan suatu cara yang banyak dilakukan untuk mengawetkan berbagai produk pangan termasuk hasil olahan buah-buahan dan sayuran. Umur bahan makanan yang dikalengkan sangat bervariasi tergantung pada jenis makanan yang dikalengkan dan suhu tempat penyimpanan. Produk kalengan yang disimpan pada suhu dingin mempunyai umur simpan yang lebih lama dibanding produk yang disimpan pada suhu kamar. Secara umum makanan yang dikalengkan dapat disimpan untuk jangka waktu 2 tahun.

Tujuan utama pengalengan makanan adalah untuk mengawetkannya dalam kondisi yang dapat dimakan (*edible*), dan dengan demikian dapat mencegah kebusukan. Karena umumnya produksi hasil pertanian bersifat musiman, maka

pengalengan makanan merupakan suatu cara mengawetkan kelebihan produksi pada musim panen sehingga dapat dikonsumsi pada musim lain. Walaupun tujuan utamanya untuk alasan mengawetkan bahan makanan, namun harus diperhatikan agar makanan yang dikalengkan harus menarik, *palatable* dan bergizi.

DAFTAR PUSTAKA

- Buckle, K. A., Edward, R. A., Fleet, G. H. dan Whotton, M. 1987. Ilmu Pangan. UI Press, Jakarta.
- Butnariua, M. and Butub, A. 2014. Handbook of Food Chemistry. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- del Río-Celestino, M. and Font, R. 2020. The health benefits of fruits and vegetables. *Foods*, 9: 1–4.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations – FAO. 2020. Transforming food systems for affordable healthy diets food security and nutrition in the world. Rome: FAO.
- Hermiina dan Prihatini, S. 2016. Gambaran Konsumsi Sayur dan Buah Penduduk Indonesia dalam Konteks Gizi Seimbang: Analisis Lanjut Survei Konsumsi Makanan Individu (SKMI) 2014. *Buletin Penelitian Kesehatan*, 44(3): 205–218.
- Jovanovic-Malinovska, R., Kuzmanova, S. and Winkelhausen, E. 2014. Oligosaccharide profile in fruits and vegetables as sources of prebiotics and functional foods. *International Journal of Food Properties*, 17:949–965.
- Kent, G., 2022. Review: Fruit and vegetables: Opportunities and challenges for small-scale sustainable farming. *World Nutrition*, 13(2):62-65.
- Minich, D. M. 2019. A Review of the Science of Colorful, Plant-Based Food and Practical Strategies for “Eating the Rainbow”. *Journal of Nutrition and Metabolism*. ID 2125070, 1–19.
- de Moura, S. C. S. R. and Vialta, A. 2022. Review: use of fruits and vegetables in processed foods: consumption trends and technological impacts. *Food Science and Technology Campinas*, 42, e66421: 1–19.

- Muchtadi, T. R., Sugiyono dan Ayustaningwarno, F. 2010. Ilmu Pengetahuan Bahan Pangan. Alfabeta, Bandung.
- Nursalim., Chaerunnimah., Tamrin, A., Munir, D. A. dan Sirajuddin. 2020. Porsi Konsumsi Sayur dan Buah Signifikan Menurunkan Asupan Energi: Sistematis Review. *Media Gizi Pangan*, 27(2): 60–67.
- Salehi, F. 2020. Recent applications of powdered fruits and vegetables as novel ingredients in biscuits: a review. *Nutrire*, 45(1), 1–8.
- Slavin, J. L. and Llyoid, B. 2012. Health Benefits of Fruits and Vegetables. Review. *Advances in Nutrition*, 3: 506–516.
- Tabel Komposisi Pangan Indonesia. 2017. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. Jakarta.
- Wallace, T. C., Bailey, R. L., Blumberg, J. B., Freeman, B. B., et al. 2020. Fruits, vegetables, and health: A comprehensive narrative, umbrella review of the science and recommendations for enhanced public policy to improve intake. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 60(13): 2174–2211.
- Wiley, C. 2019. Consumers say they want to eat healthy. Food Industry Executive. Retrieved from <https://foodindustryexecutive.com/2019/03/consumers-ay-they-want-to-eat-healthy/>
- Winarno, F. G. 1993. Pangan Gizi, Teknologi dan Konsumen. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.

BAB 5

SEREALIA SEBAGAI BAHAN PANGAN

Oleh Eka Ruriani

5.1 Pendahuluan

Keragaman hayati tanaman sumber pangan tersedia sangat melimpah dan beragam di Indonesia. Komoditas penghasil karbohidrat seperti sereal, umbi-umbian, dan kacang-kacangan menjadi prioritas utama karena makanan pokok masyarakat Indonesia adalah beras. Sereal utama di Indonesia adalah beras yang berasal dari komoditas padi. Sereal atau sereal merupakan jenis tanaman yang dibudidayakan untuk kebutuhan pangan dan pakan ternak dengan memanfaatkan bagian biji atau bulir. Secara global, budidaya sereal telah banyak dilakukan dan secara intensif dan besar, serta menjadi sumber energi utama bagi sebagian besar penduduk dunia, bahkan di beberapa negara berkembang menjadi satu-satunya sumber karbohidrat.

Sereal termasuk dalam golongan padi-padian (*Poaceae*) dari famili rumput-rumputan (*Gramineae*). Sebagian besar sereal berasal dari tanaman padi-padian yang disebut sebagai sereal sejati. Biji sereal mengandung banyak energi makanan daripada jenis tanaman lainnya. Dalam bentuk *raw material* atau belum diolah, biji

serealiala disebut *whole grain* yang kaya akan mineral, vitamin, karbohidrat, minyak, lemak, dan protein.

Secara umum serealiala memiliki struktur utama berupa kulit biji, biji (*endosperm*) dan lembaga (embrio). Beberapa komoditas tanaman yang termasuk dalam serealiala adalah padi (*Oryza sativa*), gandum (*Triticum sp.*), jagung (*Zea mays*), sorgum (*Sorgum vulgare*), barley (*Hordeum sativum*), oats (*Avena sativa*), rye (*Secale cereael*), dan millets (*Eleusine corasana*).

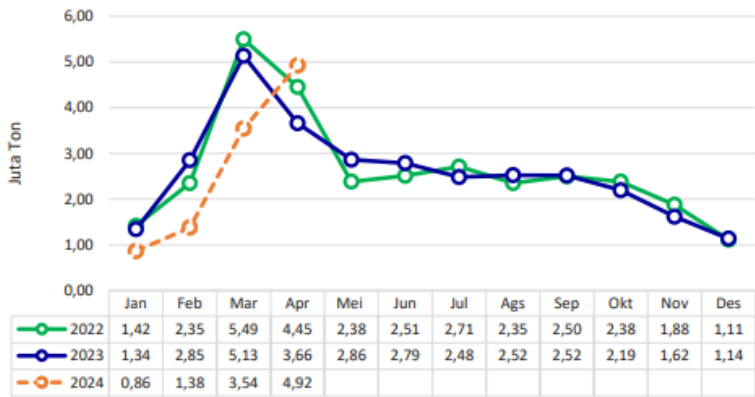
Pemanfaatan serealiala sebagai sumber energi berupa makanan sebesar 35% dari keseluruhan kalori, dan sebesar 36% menjadi pakan ternak sebagai sumber energi tidak langsung. Selain itu, beberapa serealiala juga dimanfaatkan untuk bahan baku berbagai industri, seperti industri pati, tepung, gula, alkohol, dan bahan kimia. Bab 5 buku ini mengkaji komoditas serealiala sebagai bahan pangan, terutama yang menjadi sumber kearifan lokal (*local wisdom*) dan menjadi kebutuhan pokok masyarakat Indonesia.

5.2 Beras

Beras merupakan komoditas utama dari sektor pangan di Indonesia, karena berfungsi sebagai makanan pokok. Konsumsi beras di Indonesia sangat tinggi mencapai 35,3 juta metrik ton pada pertengahan tahun 2023, dan berada di peringkat keempat dunia setelah China, India dan Bangladesh. Berdasarkan data USDA (United States Department of Agriculture) melaporkan jumlah produksi beras mencapai 507,4 juta metrik ton dengan konsumsi mencapai 521,37 juta metrik ton pada tahun 2022/2023. Konsumsi beras meningkat 2,7 metrik ton dari periode tahun 2021/2022 yakni 518,6 juta metrik ton. Lebih spesifik, BPS (Badan

Pusat Statistik) melaporkan bahwa di Indonesia, konsumsi beras tahun 2022 mencapai 30,2 juta ton.

Tingginya konsumsi beras menjadi fokus utama pemerintah Indonesia untuk berupaya meningkatkan produktivitas tanaman padi sebagai sumber komoditas beras di Indonesia. Berita Resmi Statistik Indonesia yang dirilis pada bulan Maret 2024 melaporkan bahwa luas panen padi mencapai 10,21 juta ha dan mampu memproduksi padi sebesar 53,98 juta ton gabah kering giling (GKG). Jika produksi padi dikonversikan menjadi beras untuk konsumsi pangan penduduk, total produksi beras pada 2023 diperkirakan sekitar 31,10 juta ton beras. Gambar 5.1 menunjukkan fluktuasi data produksi beras sepanjang tahun 2023.



Catatan: *Produksi jagung Januari-April 2024 adalah angka sementara.
 Perbedaan angka setelah koma disebabkan oleh pembulatan angka.

Gambar 5. 1. Perkembangan Produksi Beras di Indonesia (juta ton beras) Periode 2022–2024* (Sumber: BPS 2024a)

Padi beragam bentuk dan warna bulir dengan keragaman karakteristik fisikokimia dan fungsional berasnya. Beberapa jenis beras yang ada di Indonesia yaitu beras putih (*Oryza sativa* L.), beras

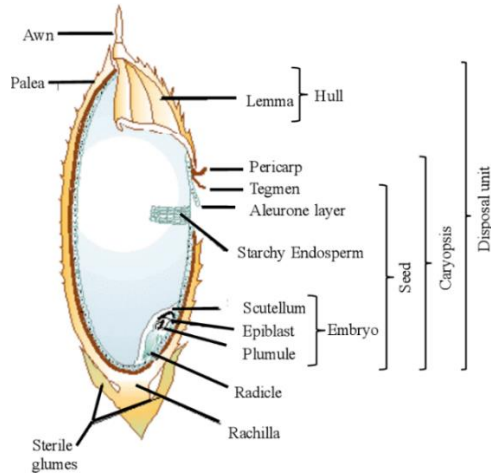
merah (*Oryza nivara*), dan beras hitam yang merupakan varietas lokal. Warna merah pada beras merah akibat pigmen merah pada pericarp dan tegmen (lapisan kulit) beras. Adapun pada beras hitam pigmen merah-biru-ungu pekat ditemukan pada pericarp, aleuron dan endosperm. Kedua pigmen tersebut terindikasi sebagai antosianin yang berfungsi sebagai antioksidan.

Tiap 100 gr beras mengandung: 360 kkal energi; 0,58 gr lemak; 6,6 gr protein; dan 79,34 gr karbohidrat. Hasil riset melaporkan adanya keragaman varietas menyebabkan perbedaan kandungan zat gizi beras non organik, terutama pada kadar protein, serat gula pereduksi dan tekstur (tingkat kekerasan) butir beras. Perbedaan tersebut secara detil tersaji pada Tabel 5.1.

Tabel 5. 1. Perbedaan Karakteristik Varietas Beras Berdasarkan Warna

| Varietas Beras | Kadar Protein | Kadar Serat | Kadar Gula Pereduksi | Kekerasan (kgF) |
|----------------|---------------|-------------|----------------------|-----------------|
| Putih | 8.17% (b/b) | 0.40% (b/b) | 0.14% (b/b) | 6.99 |
| Merah | 6.93% (b/b) | 0.96% (b/b) | 0.13% (b/b) | 6.74 |
| Hitam | 7.92% (b/b) | 4.20% (b/b) | 0.10% (b/b) | 6.48 |

Bulir padi yang telah dirontokkan dari tangkainya dan dikeringkan disebut dengan gabah. Sebutir gabah terdiri dari kulit pelindung luar atau sekam (*hull*) dan butir beras. Gambar 2 menunjukkan struktur gabah secara spesifik. Keberadaan sekam yang cukup keras pada serealialia menjadi pelindung dari kerusakan akibat pengaruh lingkungan luar. Penyimpanan serealialia yang masih terbungkus sekam relatif jauh lebih tahan lama dari pengaruh pertumbuhan mikroba, daripada penyimpanan dalam bentuk butir beras.



Gambar 5. 2. Struktur Bulir Padi (Gabah)

(Sumber: Pipatpongpinoy, 2018)

Gambar 5.2 juga menjelaskan bagian butir beras memiliki beberapa lapisan, yaitu lapisan perikarp, testa/tegmen, lapisan aleuron/kulit ari, endosperma dan lembaga/embrio. Butiran beras diperoleh setelah proses penggilingan gabah atau penghilangan sekam dan disebut dengan beras pecah kulit (*brown rice/whole rice*) yang berwarna kecoklatan karena masih mengandung kulit ari/bekatul/*bran*. Selanjutnya, proses penghilangan kulit ari (penyosohan) dapat dilakukan untuk menghasilkan beras putih yang biasa diperjualbelikan di pasaran. Secara keseluruhan, proses penggilingan gabah menghasilkan 70% beras putih (beras kepala/utuh dan pecah), 20% sekam, 8% bekatul dan 2% sisa hasil penyosohan. Hasil samping (*by-product*) yang berupa sekam dapat dimanfaatkan sebagai sumber selulosa (25%) dan hemiselulosa (25%) untuk pakan ternak, kompos, bahan bakar. Demikian halnya bekatul yang memiliki kandungan vitamin B cukup tinggi, sumber

mineral Mg, K dan P, dan protein serta lemak yang tinggi yang dapat dimanfaatkan sebagai *rice brain oil* atau media fermentasi.

Dalam aplikasinya untuk pangan, pemilihan varietas beras juga dipengaruhi oleh kandungan amilosa dan amilopektin. Terdapat tiga jenis beras berdasarkan perbedaan komposisi amilosa dan amilopektin, yaitu beras *short grain* (*Japonica rice*), *medium grain* (*Javanica rice*) dan *long grain* (*Indica rice*). Secara fisik, ketiga beras tersebut memiliki panjang bulir yang berbeda. Pada Gambar 5.3 bulir beras *long grain* paling panjang ukurannya, baik dalam bentuk gabah (Gambar 5.3A) maupun beras putih (Gambar 5.3D). Bulir *Indica rice* berukuran panjang, agak pipih dan lebih mudah pecah dan kadar amilosa paling tinggi dari kedua jenis beras lainnya yaitu mencapai 23-31%, sehingga disebut juga *high amylose rice*. Oleh karena itu dalam pengolahan menghasilkan nasi yang bersifat pera/kurang pulen, tidak lengket, tetapi mampu mengikat senyawa asam lemak pendek (*starch-lipid inclusion complex*) karena tingginya kadar amilosa. Kemampuan amilosa dalam mengikat asam lemak rantai pendek menyebabkan beras *Indica rice* dapat mengikat warna, aroma dan rempah. Berdasarkan karakteristik fungsional tersebut., beras *Indica rice* sangat dibutuhkan dalam menghasilkan produk pangan seperti nasi kuning, nasi gurih, nasi briyani, nasi goreng, *quick cooking rice* dan *canned rice*. Sebagian besar beras ini dikonsumsi di India, Asia Tengah, Timur Tengah, Malaysia dan Sumatera Barat dengan varietas yang paling populer adalah beras *Basmati*.



Gambar 5. 3. Performa Fisik Beras Indica Rice, Javanica Rice, Dan Japonica Rice (Sumber: Vercillio, K., 2010)

Jenis beras kedua, *Javanica Rice* memiliki bulir yang berukuran medium/sedang, lebar, dan tebal, tidak mudah pecah (Gambar 5.3B dan 5.3E). Kandungan amilosa beras ini sebesar 20-25% termasuk dalam kategori beras *normal rice* karena memiliki rasio amilosa-amilopektin pada umumnya yaitu 1:3. Beras jenis ini disukai di sebagian besar wilayah produsen padi dunia, termasuk masyarakat Indonesia, terutama daerah Jawa. Hasil olahan beras ini menghasilkan tekstur nasi yang tidak keras, tidak lembek, dan tetap lunak saat dingin (pulen). Dengan karakteristik tersebut, beras *Javanica* sesuai untuk diaplikasikan sebagai breakfast cereal, baby food, dan minuman beralkohol. Ketiga produk tersebut juga bisa menggunakan tipe jenis beras yang ketiga yaitu *Japonica rice* sebagai bahan bakunya. Varietas ini memiliki bulir pendek pendek, bulat, bulir tidak bertangkai sampai panjang, biji tidak mudah pecah (Gambar 5.3C & 5.3F). Kandungan amilosa sangat rendah yaitu 12-15%, bahkan ditemukan jenis beras yang kandungan amilosanya 0% yang disebut beras ketan (*waxy rice*). Konsumsi beras jenis Japonica sangat tinggi khususnya di wilayah Asia Timur, Jepang, Korea dan Taiwan. Karakteristik nasi yang dihasilkan sangat dengan ciri-ciri

nasi agak lengket dan tetap lunak meski telah dingin, sehingga sesuai digunakan untuk bahan baku *sushi*, kue lempeng, dan ketan. Selain itu, ada beberapa varietas beras unggul yang dihasilkan secara alami ataupun dengan menerapkan prinsip bioteknologi. Sebagai contoh, Indonesia memiliki varietas padi lokal yang beraroma yaitu pandan wangi, rojo lele, mentik wangi dan varietas unggul baru yaitu Sintanur, Situ Patenggang, Gilirang, Batang Gadis, dan Hipa 5 Ceva. Adapun varietas baru hasil rekayasa genetika (*Genetically Modified Organism*) adalah *Golden Rice* (Gambar 5.4) yang disisipi gen *psy* bunga bakung dan gen *ctr1* bakteri *Erwinia uredovora* yang berperan penting dalam jalur beta karoten, bahan pembentuk vitamin A. Gen-gen tersebut disisipkan ke dalam tanaman dengan menggunakan bakteri pembawa gen *Agrobacterium tumefaciens*. *Golden Rice* dikembangkan untuk mengatasi defisiensi vitamin A.



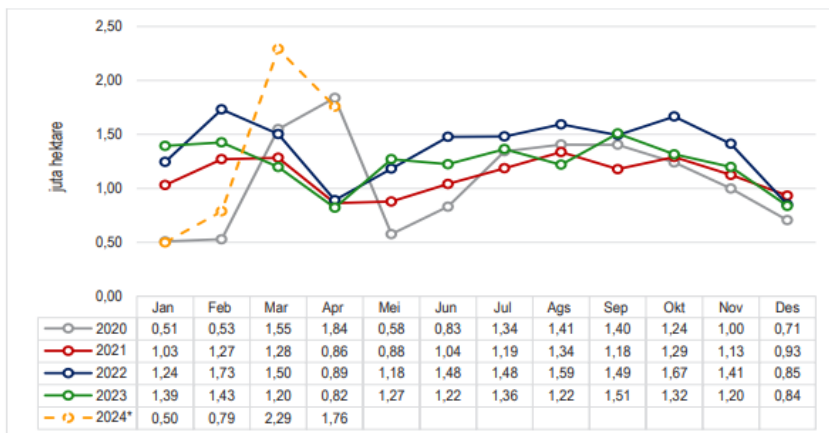
Gambar 5. 4. Performa Fisik Beras (A), dan Beras Hasil Rekayasa Genetika Golden Rice Generasi 1 (B) Dan Generasi 2 (C) (Sumber: Komives, T & Kiraly, Z., 2017)

5.3 Jagung

Komoditas jagung adalah sumber bahan pangan berbasis sereal yang menempati urutan kedua di Indonesia. Meskipun bukan makanan pokok, beberapa daerah seperti Madura dan Nusa Tenggara mengkonsumsi jagung sebagai sumber pangan utama.

Konsumsi jagung sebesar 1,7 kg per kapita per tahun dan ditargetkan meningkat menjadi 4,1 kg per kapita pada tahun 2024 (Badan Ketahanan Pangan Kementerian Pertanian, 2019). Secara global, data USDA melaporkan konsumsi jagung di kawasan Asia Pasifik untuk pangan sebesar 30%, pakan ternak 60% dan biofuel 10%. Di Indonesia, konsumsi jagung untuk pakan ternak lebih tinggi (lebih dari 55%), sedangkan untuk konsumsi pangan hanya 30%, sisanya untuk industri lain.

Kondisi saat ini, produktivitas jagung di Indonesia cukup potensial. Berdasarkan data BPS, pada tahun 2023 luas panen jagung pipilan diperkirakan sebesar 2,48 juta hektare dengan produksi jagung pipilan kering (kadar air 14%) sebesar 14,77 juta ton. Fluktuasi produksi jagung selama periode 2023 tersaji pada Gambar 5.5.



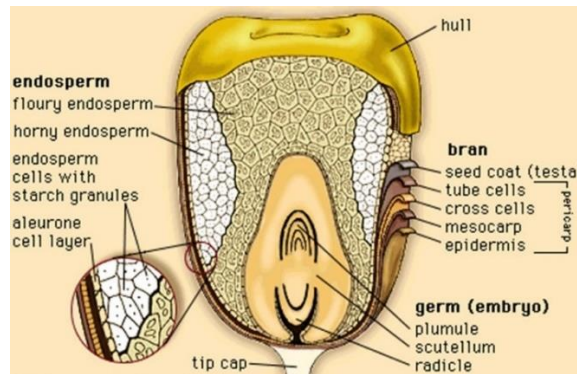
Gambar 5. 5. Perkembangan Produksi Jagung Pipilan Kering Kadar Air 14% (JPK KA 14 Persen) di Indonesia (Juta Ton) Periode 2020-2024 (Sumber: BPS 2024b)

Pemerintah melalui Kementerian Pertanian berupaya untuk meningkatkan konsumsi jagung di masyarakat dalam rangka diversifikasi pangan dan substitusi sumber karbohidrat selain beras. Beberapa wilayah target peningkatan konsumsi jagung yaitu, Nusa Tenggara Timur, Nusa Tenggara Barat, Bali, Gorontalo, Sulawesi Tengah, Jawa Timur, dan Lampung.

Secara nutrisi, jagung dapat menjadi alternatif sumber pangan fungsional karena komposisi gizinya cukup lengkap. Kandungan gizi jagung per 100 g bahan adalah protein 8,28 g, lemak 3,90 g, karbohidrat 73,7 g, kalsium 10 mg, fosfor 256 mg, ferrum 2,4 mg, vitamin A 510 SI, vitamin B1 0,38 mg, dan air 12 g dengan total energi 320 kalori. Selain itu, jagung juga berpotensi untuk dikembangkan sebagai produk pangan fungsional sumber asam amino esensial, serat pangan, mineral, dan asam lemak esensial. Jagung juga dapat menyumbangkan 15 - 56% total kalori harian dan dapat digunakan sebagai pengganti protein hewani di negara-negara berkembang. Lebih lanjut, komoditas jagung adalah sereal utama yang berperan dalam produksi minyak skala massal yang sudah komersil (minyak jagung).

Struktur biji jagung tersusun dari 4 bagian utama, yaitu *pericarp* (5%), *endosperm* (82%), *germ* (12%) dan *tip cap* (1%). *Pericarp* adalah lapisan luar yang berfungsi sebagai pelindung embrio dari organisme pengganggu dan kehilangan air. Cadangan makanan terdapat pada *endosperm* yang mengandung pati 90% dan protein 10%. Terdapat dua macam *endosperm*, yaitu *horny endosperm* yang memiliki granula pati berukuran lebih kecil dan rapat dibandingkan *floury endosperm* (Gambar 6). Adapun pada bagian lembaga terdapat kandungan minyak jagung yang cukup tinggi. Bagian terakhir adalah *tip cap* untuk melekatnya biji pada tongkol jagung. *Tip cap*

dibuang pada proses pengolahan tepung jagung, karena dapat menyebabkan tekstur tepung menjadi kasar dan terdapat butiran hitam.

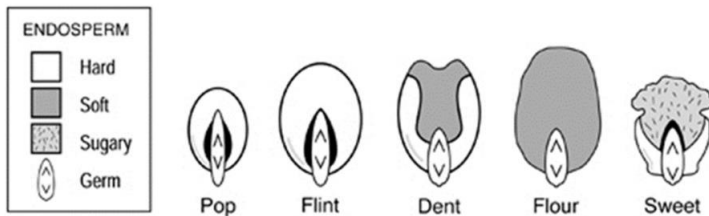


Gambar 5. 6. Struktur Biji Jagung
(Sumber: Shivala &Adhikary, 2020)

Dalam aplikasinya untuk pangan, jenis jagung mempengaruhi karakteristik produk yang dihasilkan. Terdapat beberapa jenis jagung berdasarkan pola komposisi *endosperm*, yaitu: *dent corn* (*Zea mays* var. *indentata*), *flint corn* (*Zea mays* var. *indurata*), *flour corn* (*Zea mays* var. *amylacea*), *sweet corn* (*Zea mays* convar. *sacharta* var. *rugosa*), *pop corn* (*Zea mays everta*), *pod corn* (*Zea mays* var. *tunacata*), dan *waxy corn* (*Zea mays ceratina*).

Pada Gambar 5.7 terlihat biji *dent corn* bentuknya menyerupai gigi kuda (terdapat lekukan pada bagian tengah atau atas), berwarna kuning/putih, berukuran besar, dan mudah terserang hama bubuk, sehingga jarang dibudidayakan di Indonesia. Jagung mutiara berbentuk bulat seperti mutiara dan berukuran lebih kecil dari *dent corn*. Jagung ini memiliki keunikan karena dalam satu tongkol jagung terdapat kombinasi warna berbeda seperti kuning, putih dan

merah. Varietas ini dapat ditemukan Indonesia, terutama pulau Jawa, dan digunakan sebagai bahan pangan dan pakan.



Gambar 5. 7. Jenis-Jenis Jagung Berdasarkan Komposisi Endosperm (Sumber: Agrikan 2019)

Selanjutnya, jagung berondong bentuk biji kecil dan keras, serta memiliki kelembapan 14-20% yang dapat menguap saat dipanaskan. Jagung jenis *pop corn* ini mempunyai dua tipe, yaitu *rice pop corn* (bentuk biji pipih dan meruncing) dan *pear pop corn* (bentuk biji bulat dan kompak). Jagung manis memiliki kandungan gula tinggi, sehingga tidak bisa dibakar, tetapi sesuai untuk dikonsumsi langsung melalui proses perebusan. Biji jagung ini bercahaya seperti kaca saat masih muda, dan berubah menjadi kering mengkerut setelah diolah. Berbeda dengan *sweet corn*, jenis jagung berikutnya adalah *floury corn* yang keseluruhan endospermnya mengandung tepung, dan mudah pecah jika terpapar panas. Varietas berikutnya adalah *waxy corn* yang memiliki biji menyerupai lilin. Bijinya berwarna buram, *endosperm* lunak, dan sumber energi terbaik pada pakan. Jenis jagung ketan memiliki kandungan amilopektin pada pati sangat tinggi (*high amylopectin corn*), sehingga karakteristik menyerupai beras ketan (*Japonica rice*) dan tapioka (pati ubi kayu). Jenis jagung yang terakhir yaitu jagung polong yang dikenal sebagai jagung liar. Varietas jagung ini merupakan keajaiban genetik (*genetic curiosity*) karena tiap butiran

biji diselubungi oleh kelobot dan membentuk tongkol yang juga diselubungi kelobot. Pada umumnya jagung ini tidak digunakan untuk produksi pangan atau pakan.

Gambar 5.7 juga menunjukkan perbedaan komposisi endosperm pada beberapa varietas jagung. Terdapat dua varietas yang memiliki proporsi endosperm lebih besar, yaitu *flour corn* dan *dent corn*. Bagian endosperm memiliki kandungan pati yang cukup besar dan juga terdapat protein di dalamnya, sehingga kedua jenis jagung tersebut sangat sesuai sebagai bahan baku pembuatan tepung. Bahkan, untuk jenis *flour corn* kandungan endospermnya 100% adalah *floury endosperm* (ditandai dengan warna abu-abu pada Gambar 5.7). Jenis pati ini bersifat lunak dan sesuai untuk diaplikasikan.

Hal yang berbeda ditemukan pada *flint corn* dan *pop corn* yang proporsi endosperm lebih sedikit dan tidak memiliki *floury endosperm*. Lebih spesifik, ukuran biji *pop corn* kecil dan keseluruhan endosperm keras, sehingga jika dipanaskan mengembang 10 sampai 30 kali lebih besar dari ukuran awal. Sifat kemampuan mengembang (*popping properties*) ini yang dimanfaatkan untuk pembuatan snack berondong/*pop corn*. Adapun jenis *sweet corn* sebagian besar endospermnya mengandung gula (*sugary*), sehingga jagung ini memiliki rasa yang sangat manis. Kandungan gula yang tinggi menjadikan jagung ini sangat sesuai untuk dikonsumsi sebagai pangan olahan dan bahan baku industri gula jagung atau sirup jagung (*high glucose /fructose syrup*).

5.4 Gandum

Gandum merupakan jenis tanaman sereal yang tumbuh optimal di wilayah subtropis (10-25 °C) dengan 350-1.250 mm curah hujan. Gandum tidak dapat tumbuh secara optimal di negara tropis, sehingga tidak dapat dibudidayakan di Indonesia. Di satu sisi, kebutuhan konsumsi gandum sebagai sumber karbohidrat sangat tinggi karena perubahan pola konsumsi masyarakat Indonesia terhadap produk siap saji dan praktis seperti mie, roti, kue kering/basah, pasta, dan *cereal breakfast*. Akibatnya, Indonesia menjadi salah satu negara pengimpor gandum terbesar dunia dengan rata-rata volume impor gandum 8,3 juta/tahun dengan nilai USD 2,4 miliar/tahun impor gandum. Data BPS menunjukkan nilai impor gandum dan meslin pada 2023 mencapai 10,59 juta ton.

Pemanfaatan gandum umumnya digunakan sumber karbohidrat pengganti beras. Kandungan gizi dalam biji gandum yaitu karbohidrat 60-80%, lemak 2-2,5%, protein 10-20%, mineral 4-4,5%, dan sejumlah vitamin. Sama halnya sereal yang lain, biji gandum terdiri atas 83% *endosperm*, 14,5% *bran* dan *aleurone layer*, dan 2,5% germ.

Protein gandum terdiri atas glutenin dan gliadin. Glutenin merupakan protein berukuran besar untuk membentuk matrik yang memberikan kekuatan (ketahanan terhadap deformasi) dan elastisitas pada adonan. Gliadin merupakan monomer protein gandum yang menghasilkan sifat pemlastis (*plastisizer*), sehingga mengakibatkan adonan menjadi plastis atau kenyal. Spesifitas kedua jenis protein tersebut dalam gandum menghasilkan produk pangan yang bersifat kenyal dan mengembang dan cocok digunakan sebagai bahan baku roti. Sifat ini tidak dapat ditemukan pada komoditas

sereal lain. Hal ini menyebabkan beberapa negara termasuk Indonesia mengalami ketergantungan tinggi pada impor gandum. Selain itu, gandum juga kaya serat, dan olahan gandum memiliki masa simpan lebih tinggi dibandingkan dengan pangan berbahan baku beras.

Berdasarkan kandungan protein, gandum dapat dibedakan menjadi *hard wheat* dan *soft wheat*. Perbedaan kedua jenis gandum tersebut secara detail tersaji pada Tabel 5.2.

Tabel 5. 2. Perbedaan Karakteristik *Hard Wheat* dan *Soft Wheat*

| Komponen | <i>Hard wheat</i> | <i>Soft Wheat</i> |
|-----------------------|--------------------------|---------------------------|
| Kandungan protein | 10.5%–14.5%; | 7-10%. |
| Kandungan gluten | Tinggi | Rendah |
| Contoh varietas | <i>Triticum aestivum</i> | <i>Triticum compactum</i> |
| Bentuk adonan (dough) | Elastis | Tidak elastis |
| Daya absorpsi air | Tinggi | Rendah |
| Aplikasi pangan | Roti dan mie | Biskuit dan cake |
| Karakteristik tepung | <i>Strong flour</i> | <i>Weak flour</i> |

5.5 Sorgum

Sorgum adalah salah satu dari lima komoditas sereal pokok di dunia, karena memiliki daya adaptasi yang luas dan ketahanan terhadap organisme pengganggu. Tanaman sorgum berpotensi untuk dikembangkan sebagai bahan baku pangan, pakan, dan energi. Menurut data FAO/ICISRA, sorgum sebagai sumber pangan dunia pada urutan ke 5 setelah gandum, padi, jagung dan barley. Sorgum mirip dengan beras untuk memiliki respon gula

yang rendah sehingga tidak berisiko bagi penderita diabetes. Kandungan karbohidrat sorgum setara beras, protein sorgum (8-12%) setara gandum, kadar lemak (2-6%) lebih tinggi dibanding beras, bahkan vitamin B dan zat besi sorgum lebih tinggi dari beras. Kadar serat pangan sebesar 2-9% dan β -glukan sorgum cukup tinggi, sehingga berpotensi sebagai sumber serat pangan yang dapat mencegah penyakit degeneratif, polip dan kanker usus besar (*diverticulitis*), serta menurunkan kadar kolesterol dalam darah.

Tingginya nilai gizi yang setara dengan beras dan gandum pada sorgum menjadi alternatif pengembangan komoditas sorgum sebagai bahan substitusi pengganti beras dan gandum. Hal ini dapat meningkatkan ketahanan pangan Nasional, terutama dapat mengurangi impor gandum dan menghadirkan alternatif tepung *gluten free*. Pemerintah tengah meningkatkan produksi dan hilirisasi tanaman sorgum sebagai pengganti gandum untuk menjaga ketahanan pangan nasional. Realisasi program tersebut hingga bulan Juni 2022 mencapai luas tanam sorgum 4.355 ha yang tersebar di 6 provinsi, dan dengan produksi sekitar 15.243 ton (produktivitas 3,63 ton/ha). Beberapa provinsi yang menjadi sentra produksi sorgum yaitu provinsi NTT (3.400 ha), Jawa Barat (488 ha), Kalimantan Barat (305 ha), Jawa Timur (200 ha), Jawa Tengah (120 ha), dan NTB (100 ha). Secara umum, produktivitas sorgum nasional per tahun (2–3 ton/ha) tidak jauh berbeda dengan produktivitas sorgum dunia (2,7 ton/ha).

Biji sorgum dilapisi oleh kulit luar, kulit lapis kedua dan kulit lapis ketiga. Lapisan lilin yang sangat tipis (4-8% bobot biji) merupakan bagian luar sorgum yang berfungsi mencegah kekeringan pada bagian dalam dan mengandung pigmen penentu warna biji sorgum. Warna biji sorgum yang bervariasi mulai dari

putih, sawo matang tua, dan hitam juga menjadi penentu jenis sorgum. Warna gelap pada sorgum disebabkan oleh adanya tanin yang tidak disukai burung, sehingga dapat menekan kehilangan hasil di lapang. Adapun pada lapisan kedua dan ketiga yang terdekat dengan *endosperm* mengandung sedikit karbohidrat.

Dalam aplikasinya untuk produk pangan, biji sorgum yang telah disosoh (penghilangan kulit ari) dapat digunakan sebagai makanan tradisional seperti wajik, tape, tempe, rangginang atau nasi sorgum dan bubur sorgum. Biji sorgum juga dapat diolah menjadi tepung sorgum dan digunakan untuk mensubstitusi terigu dalam pembuatan roti tawar dan mi (10–20%), dan beras analog.

DAFTAR PUSTAKA

- Agrikan. 2019. Tujuh Jenis tanaman jagung di Indonesia. <https://agrikan.id/7-jenis-tanaman-jagung-di-dunia/>
- Arif, RW & Robert, A. 2009. Kandungan gizi dan komposisi asam amino beberapa varietas jagung. *J Penelitian Pertanian Terapan*. 9(2)
- Badan Ketahanan Pangan & Badan Pusat Statistik. 2020. Analisis ketersediaan pangan neraca bahan makanan indonesia 2018 – 2020.
- Badan Pusat Statistik. 2024a. Luas Panen dan Produksi Padi di Indonesia 2023 (Angka Tetap). Berita Resmi Statistika. No. 21/03/Th. XXVII. 1 Maret 2024
- Badan Pusat Statistik. 2024b. Luas Panen dan Produksi Jagung di Indonesia 2023 (Angka Tetap). Berita Resmi Statistika. No. 21/03/Th. XXVII. 1 Maret 2024
- Komives, T & Kiraly, Z. 2017. From golden rice to drought-tolerant maize and new techniques to control plant disease - can we expect a breakthrough in crop production?. *Ecocycles*. 3(1):1-5
- Owens G. 2001. Cereal Processing Technology. England: Woodhead Publishing Limited.
- Pipatpongpinoy, W. 2018. Map-based cloning and molecular characterization of the seed dormancy 10 locus in rice (*Oryza sativa* L). *Biology, Agricultural and Food Science*.
- Purwani, EY & Wardhana IP. 2018. Karakteristik Fisiko-kimia Beras Khusus untuk Pangan Inovatif. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*. 2(3): 165-172
- Sivala, K & Adhikary R. 2020. Corn oil an untapped source of edible oil in india. *IOSR J Engineering*. 10(12):1-4

- Suarni & Widowati, S. 2011. Struktur, Komposisi, dan Nutrisi Jagung. Balai Penelitian Tanaman Serealia, Maros. Bogor. 410-426.
- Suarni & Yasin, M. 2011. Jagung sebagai sumber pangan fungsional. *Iptek Tanaman Pangan*. 6(1)
- Vercillo, K. 2010. Three classifications for rice length: long, medium and short grain. *HubPages*. <https://discover.hubpages.com/food/3-Classifications-for-Rice-Long-Medium-and-Short-Grain>
- Widowati, S. 2010. Karakteristik mutu gizi dan diversifikasi pangan berbasis sorgum (*sorghum vulgare*). *Pangan*. 19(4): 373-382

BAB 6

KACANG-KACANGAN SEBAGAI BAHAN PANGAN

Oleh Herianus J.D. Lalel

6.1 Pendahuluan

Kacang-kacangan secara umum dikenal sebagai tanaman polong-polongan yang berbiji. Khusus untuk fungsi pangan, maka tanaman kacang-kacangan yang masuk dalam kelompok pangan adalah yang menghasilkan biji-bijian yang dapat dikonsumsi. Sebagai bahan pangan, kacang-kacangan dikenal sebagai sumber protein nabati yang bermakna, serta penghasil lemak, karbohidrat, vitamin B kompleks dan mineral yang membantu dalam pemenuhan gizi seseorang. Untuk itu, kacang-kacangan merupakan salah satu jenis tanaman penting di Indonesia.

Kebanyakan jenis kacang-kacangan merupakan tanaman tropis yang tumbuh dan berproduksi dengan baik di Indonesia. Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki keberagaman hayati kacang-kacangan yang cukup tinggi. Tercatat lebih dari 20 jenis kacang-kacangan yang tumbuh di Indonesia dan telah dimanfaatkan sebagai bahan pangan (Tabel 6.1). Beberapa jenis tanaman ini telah meluas dimanfaatkan sehingga berbagai varietas unggul kacang-kacangan ini telah dikaji dan dihasilkan oleh para peneliti Indonesia

baik yang berada pada Dinas Pertanian, maupun berasal dari Perguruan Tinggi dan Masyarakat pecinta tanaman kacang-kacangan.

Berbagai produk pangan olahan yang berbasis kacang-kacangan banyak ditemukan di Indonesia, baik yang diolah dengan teknologi sederhana hingga pengolahan dengan teknologi modern. Beberapa produk ini telah menjadi andalan asupan gizi bagi keluarga Masyarakat Indonesia.

6.2 Jenis Kacang-kacangan, Potensi Produksi dan Kandungan Gizi

Negara Indonesia yang memiliki iklim tropis dengan kondisi agroklimat yang cukup bervariasi menciptakan lingkungan ekologis yang juga memungkinkan aneka tanaman kacang-kacangan berkembang serta berevolusi. Tabel 6.1 menyajikan berbagai jenis kacang-kacangan yang tumbuh dan dimanfaatkan untuk pangan bagi Masyarakat Indonesia. Kacang-kacangan ini memiliki kandungan gizi makro yang cukup bervariasi pula.

Tabel 6. 1. Keberagaman tanaman kacang di Indonesia dan komposisi gizi makro

| Jenis kacang | Kandungan gizi (%) | | | |
|--|--------------------|---------|-------|-------------|
| | Kadar air | Protein | Lemak | Karbohidrat |
| Kacang adzuki (<i>Vigna angularis</i>) | 13.4 | 19.9 | 0.5 | 62.9 |
| Kacang arab (<i>Cicer arietinum</i>) | 11.6 | 23.8 | 1.4 | 60.2 |
| Kacang arbila atau krotok (<i>Phaseolus</i> | 10.2 | 21.5 | 0.7 | 63.4 |

| Jenis kacang | Kandungan gizi (%) | | | |
|---|--------------------|---------|-------|-------------|
| | Kadar air | Protein | Lemak | Karbohidrat |
| <i>lunatus</i>) | | | | |
| Kacang babi (<i>Vicia faba</i>) | 11.6 | 30.4 | 3.2 | 51.3 |
| Kacang bogor (<i>Vigna subterranea</i>) | 10.0 | 16.0 | 6.0 | 65.0 |
| Kacang endel (<i>Phaseolus calcarus</i>) | 14.0 | 25.0 | 1.0 | 58.0 |
| Kacang ercis (<i>Lathyrus oleraceus</i> Lam) | 67.0 | 12.4 | 0.7 | 18.3 |
| Kacang gude (<i>Cajanus cajan</i>) | 16.1 | 20.7 | 1.8 | 70.7 |
| Kacang hijau (<i>Phaseolus radiata</i>) | 15.5 | 22.9 | 1.5 | 56.8 |
| Kacang hitam (<i>Vigna mungo</i>) | 12.5 | 16.6 | 1.7 | 66.1 |
| Kacang kapri (<i>Pisum sativum</i>) | 74.3 | 6.7 | 0.4 | 17.7 |
| Kacang kecipir (<i>Psophocarpus tetragonolobus</i>) | 10.4 | 34.4 | 16.9 | 34.1 |
| Kacang kedelai (<i>Glycine max</i>) | 12.7 | 40.4 | 16.7 | 24.9 |
| Kacang kekara (<i>Macrotyloma uniflorum</i>) | 12.0 | 23.8 | 0.5 | 57.2 |
| Kacang komak (<i>Lablab purpureus</i>) | 20.9 | 16.4 | 4.3 | 55.8 |
| Kacang koro (<i>Canavalia</i> | 15.0 | 24.0 | 3.0 | 55.0 |

| Jenis kacang | Kandungan gizi (%) | | | |
|---|--------------------|---------|-------|-------------|
| | Kadar air | Protein | Lemak | Karbohidrat |
| <i>ensiformis</i>) | | | | |
| Kacang kuning (<i>Arachis pinto</i>) | 11.7 | 17.0 | 2.5 | 66.0 |
| Kacang lentil (<i>Lens culinaris</i>) | 10.4 | 25.8 | 1.1 | 60.1 |
| Kacang merah (<i>Phaseolus vulgaris</i>) | 13.0 | 13.9 | 3.0 | 66.9 |
| Kacang mitikelu, kacang ngengat (<i>Vigna aconitifolia</i>) | 9.7 | 24.5 | 1.6 | 61.5 |
| Kacang rumput (<i>Lathyrus sativus</i>) | 12.0 | 30.1 | 1.1 | 56.8 |
| Kacang tanah (<i>Arachis hypogaea</i>) | 9.6 | 27.9 | 42.7 | 17.4 |
| Kacang tunggak (<i>Vigna unguiculata</i>) | 13.5 | 24.4 | 1.9 | 56.6 |
| Kacang uci atau endel (<i>Vigna umbellate</i>) | 9.9 | 23.4 | 2.4 | 60.6 |

Beberapa jenis kacang-kacangan yang disebutkan dalam Tabel 1 telah dikenal baik dan sangat diminati oleh Masyarakat Indonesia. Hal ini menyebabkan permintaan akan jenis kacang-kacangan ini terus mengalami peningkatan dari waktu ke waktu sejalan dengan peningkatan konsumsi sebagai akibat dari peningkatan populasi Masyarakat Indonesia. Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian (Balitkabi), Departemen Pertanian yang

berlokasi di Malang, Jawa Timur yang bertugas khusus untuk pengembangan varietas unggul dari kacang-kacangan telah melepaskan cukup banyak varietas unggul dari beberapa jenis kacang penting di Indonesia. Tabel 6.2 memperlihatkan beberapa contoh kacang-kacangan dengan potensi produksi serta kandungan gizi biji kacang yang dihasilkan dengan lebih terfokus pada kandungan protein biji sesuai dengan kebutuhan Masyarakat akan protein dari nabati yang dianggap relatif lebih murah dari protein asal hewani.

Tabel 6. 2. Beberapa varietas kacang utama dan komposisi protein dan lemak

| Jenis kacang | Varietas | Potensi produksi biji kering (ton/ha) | Kandungan gizi makro (%) | |
|-----------------------------|------------|---------------------------------------|--------------------------|-------|
| | | | Protein | Lemak |
| Kedelai | Ringgit | 1,0-1,5 | 39,0 | 20,1 |
| (<i>Glycine max</i>) | Merapi | 1,0 | 41,0 | 7,5 |
| | Orba | 1,5 | 37,0 | 18,0 |
| | Galunggung | 1,5 | 44,4 | 19,9 |
| | Wilis | 1,6 | 37,0 | 18,0 |
| | Rinjani | 1,7 | 37,0 | 17,0 |
| | Singgalang | 1,65 | 34,0 | 21,0 |
| | Meratus | 1,4 | 39,5 | 25,0 |
| | Sinabung | 2,16 | 46,0 | 13,0 |
| | Argopuro | 3,05 | 28,1 | 25,1 |
| Kacang tanah | Gajah | 1,8 | 29,0 | 48,0 |
| (<i>Arachis hypogaea</i>) | Kelinci | 2,3 | 31,0 | 28,0 |
| | Jepara | 1,2 | 42,73 | 27,19 |

| Jenis kacang | Varietas | Potensi produksi biji kering (ton/ha) | Kandungan gizi makro (%) | |
|---|----------|---------------------------------------|--------------------------|-------|
| | | | Protein | Lemak |
| | Zebra | 1,4-3,8 | 21,6 | 43,0 |
| | Kancil | 1,7 | 29,9 | 50,0 |
| | Bima | 1,6-2,5 | 24-29 | 45-49 |
| Kacang hijau | Bhakti | 1,4 | 20,4 | 1,8 |
| (<i>Phaseolus radiata</i>) | Merak | 1,6 | 22,35 | 1,8 |
| | Nuri | 1,6 | 24,8 | 1,5 |
| | Walet | 1,7 | 22,4 | 1,7 |
| | Sampoeng | 1,8 | 26 | 1,0 |
| Kacang tunggak | KT2 | 1,7 | 20,5 | - |
| (<i>Vigna unguiculata</i>) | KT4 | 1,35 | 21,56 | - |
| | KT6 | 1,95 | 21,56 | - |
| | KT8 | 1,86 | 20,90 | - |
| Kacang gude (<i>Kajanus cajan</i>) | Mega | 1,2 | 20 | 1,8 |

Sumber: Ballitkabi (2005)

6.3 Produk Olahan Kacang-kacangan

Beberapa jenis kacang-kacangan dapat dikonsumsi mentah, namun kebanyakan perlu diolah sebelum dikonsumsi. Tujuan pengolahan diutamakan kepada kelayakan untuk dicerna karena

sifat fisik kacang, serta untuk meningkatkan nilai gizi dan menurunkan sifat negatif seperti mengurangi kehadiran senyawa anti nutrisi dan beberapa zat racun. Sebagian jenis kacang perlu memperoleh perlakuan panas seperti direbus, digoreng, disangrai, maupun perlakuan non-panas seperti fermentasi. Beberapa produk olahan yang sering ditemui di Masyarakat akan dibahas secara ringkas.

1. Tahu

Kandungan protein yang cukup tinggi dari kacang kedelai menawarkan berbagai kemungkinan untuk dijadikan produk olahan. Tahu merupakan salah satu produk olahan dari kacang kedelai yang sudah dikenal lama oleh Masyarakat Indonesia. Tahu diproses dari hasil ekstraksi protein kedelai yang kemudian mengalami penggumpalan atau koagulasi setelah diberi asam yang biasanya memanfaatkan asam asetat sehingga aman untuk dikonsumsi. Gumpalan protein tersebut kemudian diperas menggunakan tekanan agar memperoleh padatan tahu. Tahu memiliki nilai cerna yang tinggi, yaitu berkisar antara 85-98 %. Pembuatan tahu menggunakan asam asetat sering menimbulkan limbah yang mengganggu lingkungan sehingga alternatif yang mulai banyak ditawarkan untuk hal ini adalah menggunakan cairan kental air laut dengan prinsip *salting out* untuk menggumpalkan protein kedelai menjadi tahu. Selain bahan baku kacang kedelai, dapat pula digunakan beberapa jenis kacang yang memiliki protein cukup tinggi seperti kacang gude, kacang kecipir, kacang merah maupun kacang tunggak.

2. Susu Kedelai

Perasan ekstrak kacang kedelai yang kaya dengan protein ternyata memiliki sifat yang mirip dengan susu dari hewan seperti sapi dan ternak lainnya. Untuk menghilangkan rasa maupun aroma langu yang disebabkan oleh kegiatan enzim lipoksigenase maka diperlukan perendaman beberapa jam dan pemanasan beberapa menit (prinsip pasteurisasi) kacang sebelum diblender untuk denaturasi enzim, yang kemudian bisa ditambahkan aneka esens alami seperti fanila, coklat dan sebagainya. Susu kedelai menawarkan banyak manfaat bioaktif seperti antioksidan, anti-inflamasi dan kardioprotektif karena kaya dengan senyawa flavonoid. Untuk memperkaya kandungan gizi maupun sifat fungsional susu kedelai, maka sering pula ditambahkan hasil ekstraksi aneka biji-bijian lain (*multi grains*).

3. Tempe

Tempe merupakan pangan olahan setengah jadi yang memanfaatkan mikroba untuk membantu proses pelunakan kulit biji dan penyederhanaan senyawa kompleks menjadi senyawa gizi yang lebih siap untuk digunakan tubuh termasuk asam amino dan tambahan beberapa vitamin. Jenis mikroba yang membantu proses fermentasi pada pembuatan tempe adalah kapang *Rhizopus oligosporus* atau *Rhizopus oryzae*. Proses fermentasi berjalan sekitar 24 hingga 36 jam pada suhu ruang atau sekitar 30°C. Kemudian sedikit didinginkan beberapa jam (sekitar 6 jam) untuk selanjutnya sudah dapat dipanen. Penundaan pemanenan dapat mengakibatkan perubahan pH, warna yang gelap dan bau yang kurang enak. Tempe selanjutnya dapat diolah menjadi aneka makanan seperti keripik, maupun campuran dengan sayuran dan lauk lainnya.

4. Kecap

Kecap dikenal dalam dua bentuk, yaitu kecap manis dan kecap asin. Kecap manis lebih banyak digunakan dalam berbagai masakan di Indonesia dan diperkirakan mencapai 90% dari penggunaan seluruh jenis kecap. Kedua jenis kecap ini dibuat dari hasil fermentasi kacang kedelai dengan memanfaatkan kapang *Aspergillus wenti*. Perbedaan utama antara kecap manis dan kecap asin adalah adanya penggunaan gula merah (gula palma) pada kecap manis yang mencapai sekitar 50% dari kandungan kecap manis. Selain itu diketahui ditambahkan juga berbagai jenis bumbu seperti bumbu Bintang, kulit manis, merica, coriander dan cengkeh. Selain diproduksi secara komersil oleh beberapa industri pangan yang besar, kecap masih tetap dibuat secara tradisional di beberapa daerah di Pulau Jawa dengan aneka citarasa.

5. Oncom

Oncom merupakan makanan asli Masyarakat Sunda. Dikenal terdapat dua jenis oncom, yaitu oncom merah dan oncom hitam sesuai dengan warna kapang yang tumbuh dan membantu fermentasi. Bahan baku oncom sebenarnya adalah ampas kedelai, kacang tanah, parutan kelapa ataupun ampas parutan ubi kayu yang diberikan starter kapang. Oncom merah difermentasi oleh *Neurospora intermedia*, sementara oncom hitam difermentasi oleh *Rhizopus oligosporus*. Diyakini oncom merah mampu menurunkan kandungan kolesterol darah yang dibuktikan dengan hasil kajian pada tikus percobaan. Walaupun demikian, perlu secara hati-hati untuk dijaga kebersihannya selama fermentasi agar kontaminan lain seperti bakteri dan jamur penghasil racun seperti *Aspergillus flavus* tidak tumbuh.

Oncom dapat dimasak dengan langsung menggoreng atau mengukus dengan daun pisang (pepes).

6. Selai Kacang Tanah

Selai kacang tanah dikenal juga sebagai mentega kacang (*peanut butter*) merupakan produk olahan kacang tanah hasil sangrai kemudian digiling halus dan ditambahkan gula dan sedikit garam. Produk ini biasanya dimanfaatkan sebagai pelapis roti dan makanan sejenis. Selai kacang tanah sering dicampur bahan lain sebagai variasi seperti madu atau coklat untuk menimbulkan rasa *smoothy* dan pengental. Salah satu produk utama dari hasil budidaya kacang tanah di US adalah untuk pembuatan selai kacang tanah. Perhatian bagi konsumen yang alergi kacang untuk menghindari produk ini karena beresiko terhadap gangguan metabolisme yang dapat menyebabkan kematian.

7. Tauge

Tauge merupakan sebutan lain bagi kecambah kacang hijau yang sengaja ditumbuhkan untuk dijadikan sebagai sayuran. Hipokotil yang tumbuh memanjang dihentikan perkembangan lanjutnya dan dipanen sebagai sayuran yang kaya dengan asam amino, vitamin dan mineral. Untuk beberapa jenis kacang, teknik ini digunakan untuk menguraikan beberapa jenis oligosakarida penyebab flatulensi ataupun untuk mendegradasi kadar asam sianida dari beberapa jenis kacang yang beracun.

8. Manggulu

Manggulu merupakan makanan semi solid asal daerah Pulau Sumba Nusa Tenggara Timur. Produk ini sering juga disebut dodol Sumba. Bahan dasar dari manggulu adalah

kacang tanah sangrai, pisang kapok masak dan gula merah. Kacang tanah sangrai ditumbuh halus dan dicampur dengan potongan pisang masak sebagai bahan penguat adonan sekaligus memiliki konsistensi seperti dodol yang selanjutnya ditambahkan gula merah untuk meningkatkan kemanisan produk. Produk ini sangat digemari oleh Masyarakat Sumba maupun pendatang yang kebanyakan dibeli sebagai produk oleh-oleh asal daerah.

6.4 Aspek Keamanan dan Kesehatan Pangan Kacang-kacangan

Pada banyak kultur menganggap bahwa kacang-kacangan merupakan makanan sumber protein bagi orang miskin. Beberapa hal yang menjadi alasan mengapa kacang-kacangan dianggap rendah diantaranya adalah karena kacang penyebab perut kembung, serta butuh waktu yang cukup lama untuk dimasak. Kacang mengandung beberapa anti nutrisi yang mengakibatkan serapan beberapa zat gizi, khususnya mineral bisa terhambat sehingga tidak dapat dimanfaatkan oleh tubuh.

Sebenarnya secara tradisional permasalahan-permasalahan di atas dapat diatasi dengan teknik proses pemasakan, seperti perendaman, perkecambahan, fermentasi dan pengupasan kulit ari. Perendaman dan perkecambahan akan meningkatkan kadar air biji dan mengaktifkan enzim internal sehingga menginduksi terjadinya hidrolisis senyawa-senyawa kompleks seperti pemutusan ikatan glikosidik pada molekul oligosakarida (rafinosa, stakiosa dan verbaskosa) penyebab flatulensi; serta pemutusan ikatan glikosidik pada senyawa pembentuk racun sianida (glikosida sianogenik)

sehingga HCN akan dilepas dan larut dalam air dan tercuci. Sementara itu fermentasi memanfaatkan mikroba untuk melakukan hidrolisis dimaksud dengan bantuan enzim yang dihasilkan oleh mikroba tersebut.

Kacang-kacangan sebenarnya menyediakan beberapa senyawa yang dapat membantu Kesehatan tubuh. Senyawa flavonoid yang banyak terkandung pada bagian kulit kacang yang dicirikan dengan aneka warna membuktikan memiliki fungsi-fungsi bioaktif seperti antioksidan, antikanter, anti-imflamasi, dan membantu peningkatan sistem imun tubuh. Potensi seperti ini telah merubah persepsi masyarakat akan rendahnya nilai kacang-kacangan sebagai bahan pangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Balitkabi, 2005. Deskripsi varietas kacang-kacangan dan umbi-umbian. Balitkabi, Malang.
- Catarino, S., Rangel, J., Darbyshire, I., Costa, E., Duarte, M.C. dan Romeiras, M.M., 2021. Conservation priorities for African *Vigna* species: Unveiling Angola's diversity hotspots. *Global Ecology and Conservation* 25, 14-15
- Dirjen Kesmas DGM, 2018. Tabel Komposisi Pangan Indonesia. Dirjen Kesmas DGM, Jakarta.
- Faris, M.A.E., Tahruri, H.R. dan Issa, A.Y., 2012. Role of lentils (*Lens culinaris* L.) in human health and nutrition: a review; *Mediterranean Journal of Nutrition and Metabolism* 6(1), 3-16.
- Theon, R.W.M., Lalel, H.J.D. dan Tandil Rubak, Y., 2022. [Keberagaman Sifat Fisik, Kandungan Gizi dan Kadar Asam Sianida Beberapa Kacang Arbil \(Phaseolus lunatus L\) Timor.](#) *Partner*, 27(2), 1847-1855

BAB 7

UMBI-UMBIAN SEBAGAI BAHAN PANGAN

Oleh Ulfah Anis

7.1 Pendahuluan

Umbi-umbian merupakan salah satu jenis tanaman yang dapat menyimpan cadangan makanannya dalam bentuk akar. Cadangan makanan dalam bentuk akar tersebut mengandung karbohidrat. Oleh karena itu, tanaman jenis umbi sering digunakan sebagai sumber karbohidrat. Tanaman jenis umbi tersebut contohnya singkong atau ubi kayu (*Manihot esculenta*), ubi jalar (*Ipomoea batatas*), talas (*Colocasia esculenta*), umbi garut (*Marantha arundinaceae*), gembili (*Dioscorea aculeata*), kimpul (*Xanthosoma violaceum Schott*), dan lain-lain.

7.2 Jenis Umbi-umbian dan Kandungan nutrisinya

1. Talas

Talas mengandung zat gizi makro dan zat gizi mikro yang dibutuhkan oleh tubuh. Contoh zat gizi yang terdapat dalam talas segar yaitu karbohidrat, lemak, protein, vitamin,

dan mineral. Tabel 7.1 berikut merupakan komposisi yang terkandung dalam 100 g umbi talas segar.

Tabel 7. 1. Komposisi umbi talas segar per 100 g bahan

| Komposisi | Jumlah |
|------------------|--------|
| Karbohidrat (g) | 23,7 |
| Lemak (g) | 0,2 |
| Protein (g) | 1,9 |
| Kalori (kal) | 98,0 |
| Mineral | |
| Kalsium (mg) | 28 |
| Fosfor (mg) | 61 |
| Besi (mg) | 1,0 |
| Vitamin | |
| Vitamin A (SI) | 20 |
| Thiamin 131 (mg) | 0,13 |
| Vitamin C (mg) | 0,04 |

Sumber : (Muchtadi et al., 2011)

Selain mengandung zat gizi, talas juga mengandung kalsium oksalat yang dapat menyebabkan rasa gatal pada kulit. Kandungan kalsium oksalat dapat diturunkan dengan cara pengolahan talas, misalnya dengan pengukusan atau perebusan. Gambar berikut merupakan umbi talas (Gambar 7.1).



Gambar 7. 1. Talas (Dokumentasi Penulis)

2. Ubi Jalar

Komposisi ubi jalar tergantung dari tingkat kematangan, jenis, dan keadaan tempat tumbuhnya. Jenis ubi jalar yaitu ubi jalar berdaging warna putih, ungu, dan kuning atau *orange*. Contoh warna kulit ubi jalar yang berwarna ungu (Gambar 7.2).



Gambar 7. 2. Ubi Jalar (Dokumentasi Penulis)

Ubi jalar memiliki keunggulan dibandingkan dengan umbi lainnya yaitu adanya antosianin dan betakaroten, terutama pada ubi jalar berwarna ungu dan *orange*. Antosianin merupakan pigmen berwarna ungu, sedangkan betakaroten merupakan pigmen berwarna *orange*. Antosianin dan betakaroten merupakan antioksidan yang dapat berperan dalam menangkal radikal bebas, sehingga kedua antioksidan tersebut dapat bermanfaat bagi tubuh. Antosianin juga dapat ditemukan pada buah anggur, sedangkan betakaroten banyak ditemukan di wortel. Kadar antosianin dapat menurun akibat proses pengolahan, seperti perebusan, pengukusan, dan penggorengan (Djaafar et al., 2018).

Ubi jalar juga mengandung nutrisi selain betakaroten dan antioksidan. Sama halnya dengan umbi-umbi lainnya, ubi jalar merupakan sumber karbohidrat sehingga banyak yang mengolah ubi jalar menjadi tepung. Tepung ubi jalar banyak dimanfaatkan masyarakat dalam pembuatan *cookies*, kue basah, roti, bahan penstabil dalam pembuatan *ice cream* dan permen. Pemanfaatan tepung ubi jalar dalam pembuatan produk pangan dapat memberikan warna alami pada produk misalnya penggunaan ubi jalar ungu yang menghasilkan warna ungu pada produk pangan. Kandungan nutrisi yang dimiliki ubi jalar yaitu karbohidrat, serat kasar, lemak, protein, mineral, dan vitamin. Komposisi ubi jalar dalam 100 g bahan terdapat pada Tabel 7.2.

Tabel 7. 2. Komposisi ubi jalar per 100 g bahan

| Komposisi | Jumlah |
|-----------------|---------|
| Karbohidrat (g) | 27,9 |
| Lemak (g) | 0,7 |
| Protein (g) | 1,8 |
| Kalori (kal) | 123 |
| Mineral | |
| Kalsium (mg) | 30 |
| Fosfor (mg) | 49 |
| Besi (mg) | 0,7 |
| Vitamin | |
| Vitamin A (SI) | 60-7700 |
| Vitamin C (mg) | 22 |

Sumber : (Muchtadi et al., 2011)

7.3 Diversifikasi Produk Pangan dari Umbi-umbian

Umbi-umbian biasanya diolah dengan tujuan untuk memperpanjang umur simpan atau untuk diversifikasi produk pangan. Umbi-umbian dapat diolah menjadi produk setengah jadi seperti tepung, pati, dan pati modifikasi. Olahan produk lainnya dari umbi-umbian seperti keripik, dan bahan substitusi dalam pembuatan produk pangan. Umbi-umbian dapat menjadi bahan substitusi dalam pembuatan produk *bakery*, *ice cream*, selai, dan produk-produk minuman. Umbi-umbian diolah dengan cara pengeringan dan penepungan.

7.3.1 Pengeringan dan Penepungan

Pengeringan merupakan salah satu metode dalam pengolahan bahan pangan yang bertujuan memperpanjang umur simpan. Pengeringan memiliki prinsip mengurangi kadar air dalam bahan pangan. Kadar air yang cukup tinggi dapat menjadi media yang sesuai untuk ditumbuhi mikroorganisme. Oleh karena itu, bila bahan pangan sudah melalui proses pengeringan sampai batas kadar air tertentu, maka bahan pangan tersebut memiliki umur simpan yang lebih lama dibandingkan dengan bahan pangan alaminya.

Pengeringan diawali dengan sortasi bahan baku. Bahan baku yang dipilih sebaiknya seragam baik berat dan usianya, sehingga kualitasnya dapat dijaga. Selain itu, tahapan prosesnya juga perlu dijaga agar kualitas mutu yang dihasilkan dapat dipertahankan. Setelah itu, umbi-umbian dicuci untuk menghilangkan kotoran misalnya tanah-tanah atau debu yang menempel di bagian kulit.

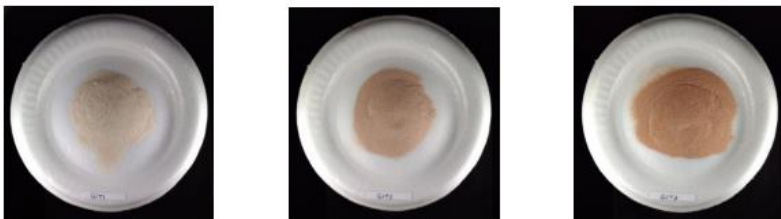
Proses selanjutnya adalah mengupas kulit umbi dan mengiris daging umbi dengan ketebalan ≤ 5 mm. Irisan daging umbi biasanya direndam atau direbus dengan bahan kimia untuk mengurangi kalsium oksalat yang dapat menyebabkan gatal pada kulit. Pembuatan tepung suweg dengan perebusan menggunakan natrium bikarbonat menunjukkan kadar kalsium oksalat yang menurun seiring dengan semakin besar konsentrasi natrium bikarbonat yang digunakan.

Daging umbi yang telah diiris kemudian dikeringkan dibawah sinar matahari hingga kadar air tertentu, biasanya sampai kadar air dibawah $< 12\%$. Pengeringan menggunakan sinar matahari sering disebut dengan pengeringan konvensional. Metode pengeringan lainnya yaitu dengan bantuan alat atau mesin, misalnya *cabinet dryer*, dan oven.

Irisan umbi yang sudah mencapai kadar air tertentu atau dapat dipatahkan dengan mudah selanjutnya dikecilkan ukurannya dengan menghancurkannya dengan *grinder*. Tepung umbi yang telah dihaluskan selanjutnya diayak dengan ayakan 80 mesh untuk menyeragamkan ukurannya. Bila ada yang tidak lolos ayakan 80 mesh, tepung tersebut dihaluskan kembali menggunakan *grinder* dan diayak kembali sampai lolos ayakan 80 mesh.

1. Tepung Umbi Suweg

Salah satu contoh pembuatan tepung adalah tepung suweg yang berasal dari umbi suweg (*Amorphophallus campanulatus*) (Gambar 7.4). Tepung suweg yang direbus dan ditambahkan natrium bikarbonat memiliki warna yang cenderung coklat (Gambar 7.3). Semakin lama perebusan maka warna tepung suweg menunjukkan warna yang lebih coklat. Tepung umbi suweg yang direbus selama 30 menit memiliki warna yang lebih krem-coklat dibandingkan yang direbus selama 10 menit.



Gambar 7. 3. (A) NaCHO_3 6% dan lama perebusan 10 menit (B) NaCHO_3 6% dan lama perebusan 20 menit (C) NaCHO_3 6% dan lama perebusan 30 menit (Syahputra et al., 2022)



Gambar 7. 4. Umbi Suweg (Sharma et al., 2016)

2. Tepung Singkong, Mocaf, dan Pati Ubi Kayu (Tapioka)

Ubi kayu dapat diolah menjadi tepung ubi kayu atau tepung singkong, mocaf, dan pati ubi kayu (tapioka). Pengolahan tepung singkong pada prinsipnya sama dengan pengolahan tepung dari umbi suweg yaitu melalui proses pengeringan dan penepungan. Tepung singkong yang sudah jadi masih memiliki bau seperti ubinya, dan warna putih atupun krem muda. Untuk mengurangi atau menghilangkan bau yang tidak diinginkan tersebut, maka dilakukan upaya salah satunya memodifikasi tepung singkong tersebut menjadi mocaf.

Mocaf (*modified cassava flour*) merupakan tepung singkong yang sudah melalui proses modifikasi. Modifikasi bertujuan untuk mendapatkan karakteristik atau sifat-sifat dari tepung yang diinginkan melalui suatu metode. Metode yang biasa digunakan yaitu dengan menambahkan asam, enzim, dan lain-lain. Modifikasi tepung singkong menjadi mocaf yaitu dengan fermentasi. Fermentasi dilakukan sebelum irisan tepung dikeringkan. Fermentasi merupakan proses yang melibatkan mikroorganisme untuk menghasilkan asam laktat.

Mikroorganisme yang digunakan misalnya bakteri asam laktat (BAL).

Fermentasi dalam proses pembuatan mocaf dapat menurunkan kandungan asam sianida yang merupakan toksik yang secara alami terdapat pada singkong. Selain itu, fermentasi juga dapat memperbaiki tekstur tepung. Mocaf juga memiliki keunggulan yaitu kandungan serta terlarut yang lebih tinggi dibandingkan tepung galek.

Selain mocaf, singkong juga dapat diolah menjadi pati singkong. Pati dari singkong biasa disebut dengan tapioka. Tapioka diperoleh dari singkong yang diparut. Hasil parutan tersebut kemudian ditambahkan air dan diekstraksi dengan cara diperas untuk mengeluarkan ekstrak pati singkong.

Hasil perasan tersebut selanjutnya didiamkan agar terpisah antara padatan (pati) dan air, sedangkan ampas dapat dibuang. Padatan (pati) selanjutnya dikeringkan. Setelah kering, pati tersebut digiling agar ukurannya seragam atau lebih halus. Hasilnya tersebut dikenal sebagai tapioca. Tapioka terdiri dari amilosa dan amilopektin. Rasio amilosa dan amilopektin yang ada akan berpengaruh terhadap tekstur dari suatu produk pangan yang akan dibuat nantinya.

3. Umbi sebagai Bahan pada Produk Pangan

Produk pangan sering sekali menggunakan tepung atau pati sebagai bahan baku ataupun bahan substitusi pada pembuatannya. Tepung atau pati yang berasal dari umbi-umbian biasa menjadi bahan pensubstitusi tepung terigu.

Setiap jenis tepung umbi-umbian dan patinya memiliki karakter dan sifat yang berbeda-beda.

Pada pembuatan roti tawar, tapioca yang telah dimodifikasi menggunakan *whey* dijadikan bahan pensubstitusi tepung terigu. *Whey* merupakan limbah hasil pembuatan keju yang masih mengandung nutrisi dan asam. Tapioka sebelumnya dimodifikasi untuk memperbaiki tekstur dan tingkat pengembangan dalam pembuatan roti tawar tersebut. Roti tawar yang disubstitusi menggunakan tapioca yang dimodifikasi dengan *whey* memiliki Tingkat pengembangan yang lebih baik dibandingkan roti tawar tanpa substitusi (control) (Anis, 2016).

Tapioka yang sudah dimodifikasi juga dapat diaplikasikan tidak hanya pada pembuatan roti. Tapioca yang dimodifikasi dengan metode asetilasi, hidroksipropilasi, dan ikatan silang dapat digunakan dalam pembentukan gel *whey* protein isolate. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa tapioka termodifikasi berpengaruh terhadap sifat gel dari *whey* protein isolat (Ren & Wang, 2019).

Ubi jalar juga dapat dimanfaatkan dengan mengekstrak inulinnya kemudian ekstrak tersebut ditambahkan dalam pembuatan roti. Substitusi terigu dengan tepung kedelai dan penambahan ekstrak inulin ubi jalar dapat meningkatkan serat pangan dari roti yang (Yudhistira et al., 2022).

DAFTAR PUSTAKA

- Anis, U. (2016). *Tekstur dan Sifat Fisik Roti Tawar Dari Terigu Yang Disubstitusi Pati Tapioka (Manihot esculenta) Hasil Modifikasi dengan Whey Keju*. Universitas Sebelas Maret.
- Djaafar, T. F., Marwati, T., Indrasari, S. D., Purwaningsih, H., & Wanita, Y. P. (2018). *Teknologi Pasca Panen* (1st ed.). Glopal Pustaka Utama.
- Muchtadi, T. R., Sugiyono, & Ayustaningwarno, F. (2011). *Ilmu Pengetahuan Bahan Pangan* (3rd ed.). Alfabeta.
- Ren, F., & Wang, S. (2019). Effect of modified tapioca starches on the gelling properties of whey protein isolate. *Food Hydrocolloids*, 93(29), 87–91. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2019.02.025>
- Sharma, H. K., Njintang, N. Y., Singhal, R. S., & Kaushal, P. (2016). Yam: Technological Interventions. In *Tropical Roots and Tubers: Production, Processing and Technology* (First edit). John Wiley & Sons. <https://doi.org/10.1002/9781118992739.ch12>
- Syahputra, R. A., Syafnil, S., Koto, H., & Anis, U. (2022). Pengaruh Konsentrasi NaCHO₃ dan Lama Perebusan terhadap Sifat Fisik, Kandungan Kalsium Oksalat, dan Nilai Tambah Tepung Suweg (*Amorphophallus campanulatus*). *Jurnal Teknologi Agro-Industri*, 9(1), 58–71. <https://doi.org/10.34128/jtai.v9i1.154>
- Yudhistira, B., Saputri, K. E., & Prabawa, S. (2022). The Effect of White Sweet Potatoes (*Ipomea batatas* L.) Inulin Extract Addition on The Characteristics of White Bread With Soybean Flour Substitution. *Food Research*, 6(August), 218–227.

BAB 8

TELUR SEBAGAI BAHAN PANGAN

Oleh I Ketut Budaraga

8.1 Pendahuluan

Telur merupakan salah satu bahan pangan yang paling lengkap gizinya, selain itu, bahan pangan ini juga bersifat serba guna karena dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan. Telur adalah substansi yang dihasilkan oleh ternak itu sendiri di dalam tubuhnya, substansi tersebut membentuk organisme baru atau kehidupan baru. Telur dibungkus dengan kulit yang keras sebagai pelindung, telur juga dilengkapi dengan bahan makanan yang lengkap. Telur sebagai bahan pangan yang sempurna, karena telur mengandung zat-zat gizi yang dibutuhkan oleh makhluk hidup seperti protein, lemak, vitamin, dan mineral dalam jumlah yang cukup. Protein telur merupakan protein yang bermutu tinggi dan memiliki susunan asam amino esensial yang lengkap, sehingga protein telur sering dijadikan patokan dalam menentukan mutu protein dari berbagai bahan pangan lainnya (Raharja, 2014).

Pada sebutir telur, kadar protein yang diperlukan tubuh adalah sebanyak 10,8% pada putih telur dan 16,3% pada kuning telur. Dalam masyarakat, ada banyak cara untuk mengonsumsi telur, seperti dijadikan lauk-pauk, campuran adonan makanan, dikonsumsi dalam keadaan mentah, dan ada pula yang dimanfaatkan sebagai obat-obat tradisional. Adapun masalah yang

dapat terjadi jika mengonsumsi telur mentah, yaitu sulitnya tubuh mencerna telur mentah dibandingkan dengan telur matang. Produk pangan asal ternak (termasuk telur) 10 berisiko tinggi terhadap cemaran mikroba yang berbahaya bagi kesehatan. Beberapa penyakit yang ditimbulkan oleh pangan asal ternak adalah penyakit antraks, typhus, tuberculosis, klostridiosis, salmonellosis, shigellosis, dan penyakit bahaya lainnya (Badan Standar Nasional, 2008).

Telur merupakan produk unggas yang selalu dihubungkan dengan cemaran *Salmonella* sp. Cemaran *Salmonella* sp pada telur dapat berasal dari kotoran ayam melalui kloaka atau dalam kandang. Secara alami, cangkang telur merupakan pencegah yang baik terhadap cemaran mikroba. Cemaran bakteri dapat terjadi pada kondisi suhu dan kelembapan yang tinggi. Cemaran pada telur bebek lebih banyak dibanding pada telur ayam. Apabila penanganan telur tidak dilakukan dengan baik, misalnya kotoran unggas masih menempel pada cangkang telur, maka kemungkinan *Salmonella* dapat mencemari telur, terutama saat telur dipecahkan. Cemaran mikroba tersebut dapat dikurangi dengan cara mencuci dan mengemas telur sebelum dipasarkan (Winarno, 2007).

Telur yang umumnya dikonsumsi oleh masyarakat adalah telur ayam, telur itik, telur puyuh, telur kalkun, telur angsa, dan telur unggas lainnya yang masih sedikit dimanfaatkan karena hewan tersebut dipelihara sebagai binatang kesayangan. Telur ayam terdiri dari dua macam yaitu telur ayam ras (Negeri) dan telur ayam kampung (Buras). Bobot rata-rata telur ayam ras adalah 50-70 gram per butir, sedangkan telur ayam kampung berat rata-ratanya adalah 34-35 gram per butir. Telur itik mempunyai ukuran yang lebih besar dari telur ayam, bobot rata-ratanya kira-kira 75-85 gram per butir, kandungan gizinya pun hampir sama dengan telur ayam, tetapi telur

itik tidak terlalu diminati jika dibandingkan 11 dengan telur ayam, karena baunya agak amis dan, kebanyakan dimanfaatkan untuk pembuatan telur asin, sekaligus sebagai upaya pengawetannya. Telur puyuh berukuran kecil yaitu 10-15 gram per butir, kulitnya sangat tipis dan mudah pecah, sehingga membutuhkan tempat khusus untuk penyimpanannya (Harmayani, 2015).

Telur ayam kampung merupakan salah satu bahan makanan yang paling praktis digunakan, karena mudah diolah. Telur ayam kampung memang lebih baik, karena mengandung asam amino yang lebih tinggi dibanding ayam ras (ayam negeri). Inilah yang menyebabkan semua kandungan gizi pada telur ayam kampung bisa diserap tubuh dengan lebih baik. Kegunaannya yang paling umum adalah sebagai campuran atau ramuan obat-obatan tradisional yang biasanya dikonsumsi secara mentah atau setengah matang oleh masyarakat. Untuk meningkatkan khasiatnya, dalam mengonsumsi telur ayam kampung dapat ditambahkan madu asli untuk menambah energi. Selain itu telur ayam kampung digunakan sebagai substansi makanan anak-anak, karena sumber kalori dan protein hewani yang cukup baik serta mudah di serap usus dalam jumlah yang banyak (Sugitha, 2016).

8.2 Manfaat Telur

Telur adalah salah satu bahan pangan yang sangat umum digunakan di seluruh dunia. Telur memiliki kandungan gizi yang kaya, termasuk protein, vitamin, dan mineral. Penggunaan telur sebagai bahan pangan memiliki beberapa alasan penting yang melibatkan manfaat gizi, kegunaan dalam masakan, serta sifat fungsionalnya. Berikut adalah beberapa alasan utama :

1. **Sumber Protein Berkualitas Tinggi:** Telur adalah sumber protein hewani yang sangat baik. Protein dalam telur mengandung semua asam amino esensial yang dibutuhkan oleh tubuh manusia. Protein merupakan komponen penting untuk pembentukan dan pemeliharaan jaringan tubuh, termasuk otot, kulit, dan organ.
2. **Kandungan Nutrisi yang Kaya:** Selain protein, telur mengandung berbagai nutrisi penting seperti vitamin (A, B-complex, D, dan E) dan mineral (zat besi, seng, fosfor). Kandungan ini mendukung kesehatan tulang, mata, sistem imun, dan berbagai fungsi tubuh lainnya.
3. **Sumber Zat Besi yang Baik:** Telur mengandung zat besi heme, yang lebih mudah diserap oleh tubuh dibandingkan dengan zat besi non-heme yang ditemukan dalam sumber-sumber tumbuhan. Zat besi penting untuk membantu pembentukan sel darah merah dan transportasi oksigen dalam tubuh.
4. **Fleksibilitas dalam Memasak:** Telur dapat diolah dalam berbagai cara, termasuk direbus, digoreng, dijadikan omelet, atau diintegrasikan ke dalam berbagai hidangan. Fleksibilitas ini membuat telur menjadi bahan pangan yang mudah diakses dan digunakan dalam berbagai jenis masakan.

5. Sifat Fungsional dalam Kue dan Adonan: Telur memiliki sifat pengikat dan pengembang, yang penting dalam pembuatan adonan roti, kue, dan produk-produk peang. Sifat ini membantu memberikan tekstur, kelembutan, dan struktur yang diinginkan pada hasil akhir.
6. Kandungan Asam Lemak Esensial: Telur mengandung asam lemak esensial seperti omega-3 dan omega-6, yang mendukung kesehatan otak, jantung, dan sistem saraf.
7. Harga Terjangkau dan Ketersediaan yang Luas: Telur biasanya memiliki harga yang terjangkau dan mudah ditemukan di berbagai tempat, membuatnya menjadi sumber protein dan nutrisi yang ekonomis dan dapat diakses oleh banyak orang.
8. Dengan memperhitungkan manfaat gizi, kegunaan dalam masakan, dan sifat fungsionalnya, telur merupakan bahan pangan yang penting dalam menyediakan nutrisi yang dibutuhkan oleh tubuh manusia sehari-hari.

8.3 Struktur Telur

Telur unggas umumnya memiliki bentuk hampir bulat sampai lonjong. Perbedaan bentuk itu dapat terjadi, karena adanya berbagai faktor yang mempengaruhi antara lain sifat genetik (keturunan), umur hewan sewaktu bertelur, sifat-sifat fisiologis waktu bertelur, dan sifat-sifat fisiologis yang terdapat pada sang induk. Selain bentuk, ukuran telur juga bermacam-macam, ada yang telur isinya berat, adapula yang ringan. Pada umumnya, telur bebek lebih besar dari telur ayam puyuh dan telur ayam kampung. Semua jenis telur unggas mempunyai stuktur yang sama, yaitu terdiri atas kulit telur, lapisan telur (kutikula), membran kulit telur, putih telur (albumen), kuning telur (yolk), bakal anak ayam (germ spot), dan kantong

udara. Umumnya semua jenis telur unggas dan hewan lain yang dalam perkembangbiakkannya dengan cara bertelur mempunyai struktur yang sama (Sugitha, 2016).

1) Kulit Telur

Kulit telur merupakan bagian telur yang paling keras, permukaannya halus, dan mempunyai warna kulit yang berbeda-beda (kulit telur ayam berwarna putih, kuning, sampai coklat, telur itik berwarna kehijauan dan warna kulit telur burung puyuh ditandai dengan adanya bercak-bercak dengan warna tertentu). Kulit telur terdiri dari 4 bagian yaitu lapisan kutikula, lapisan kulit terang, lapisan mamilaris, dan lapisan membran. Menurut Edi (2012), lapisan kutikula merupakan lapisan paling luar yang menyelubungi seluruh permukaan telur”. Kulit telur selain terdiri dari bagian yang sangat kuat dan kaku, juga kulit telur berfungsi sebagai penghalang atau penjaga isi telur dari serangan bakteri perusak yang berasal dari luar telur. Kulit telur yang sedikit saja mengalami kerusakan (retak/berlubang), akan memudahkan mikroba masuk dan dapat membusukkan seluruh isi telur. Pada bagian kulit telur terdapat banyak pori-pori dengan besar yang berbeda-beda. Menurut Pelczar (2009), jumlah pori-pori telur bervariasi antara 100-200 buah per cm. Setiap 13 cm kulit telur ayam atau bebek terdapat 7500 buah pori dengan penyebaran yang berbeda-beda. Menurut Howard (2015), ukuran pori telur ayam dan bebek memiliki lebar 9-38 mikron dan panjang 13-54 mikron. Dengan banyaknya pori-pori dan ukuran bakteri lebih kecil dari pori, menyebabkan bakteri dapat masuk ke dalam bagian telur.

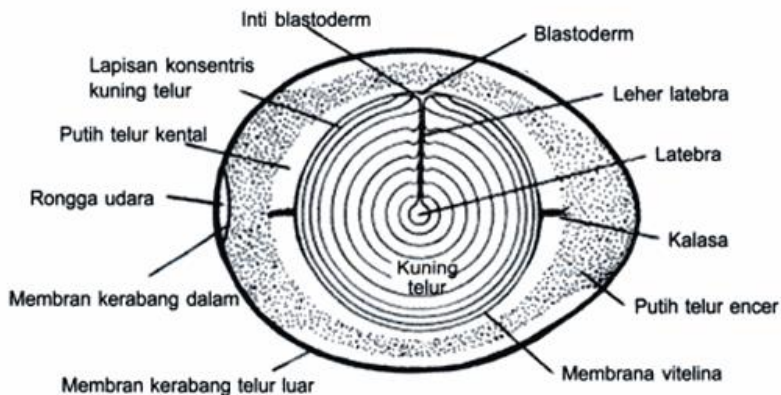
2) Putih Telur

Putih telur terdapat di antara kulit telur dan kuning telur. Bagian putih telur ini disebut dengan albumin. Pada putih telur ini lebih banyak mengandung protein. Menurut Saraswati (2012), putih telur mengandung lima jenis protein, yakni ovalbumin, ovomakoid, ovomucin, ovokonalbumin, dan ovoglobulin, ovalbumin merupakan zat protein yang paling banyak terdapat pada bagian putih telur, yaitu dapat mencapai sekitar 75%”. Bagian putih telur terdiri atas tiga lapisan yang berbeda, yaitu lapisan tipis putih telur bagian dalam (30%), lapisan tebal putih telur (50%), dan lapisan tipis telur luar (20%). Pada telur segar, bagian ujung dari telur yang tebal dekat dengan kuning telur membentuk struktur seperti label yang disebut kalaza. Bagian putih telur mengandung protein antimikroba yang disebut lisozim. Fungsi protein tersebut adalah membantu memperlambat proses kerusakan telur.

3) Kuning Telur

Kuning telur merupakan bagian yang paling penting pada isi telur. Kuning telur ini umumnya banyak disukai oleh masyarakat, karena mempunyai nilai gizi yang tinggi dan rasanya yang enak. Menurut Sudarmadji (2003), komposisi gizi kuning telur terdiri dari air, protein, lemak, karbohidrat, mineral, dan vitamin. Kuning telur berbatasan dengan putih telur dan dibungkus oleh suatu lapisan yang disebut membran vitelin. Membran ini tersusun oleh protein yang disebut keratin. Keratin umumnya merupakan kuning telur berbentuk bulat, berwarna kuning atau oranye dan terletak pada pusat telur serta bersifat elastis. Warna kuning pada kuning telur disebabkan oleh kandungan santrofil yang berasal dari makanan ayam.

Pigmen lain yang banyak terdapat di dalamnya adalah pigmen karatenoid. Kuning telur pada telur segar berbentuk utuh dikelilingi oleh membran vitelin yang kuat. Sebenarnya, kuning telur tersusun atas dua lapisan yaitu lapisan putih dari kuning telur dan lapisan kuning dari kuning telur, kedua lapisan tersebut memiliki pusat yang sama. Komposisi sebutir telur terdiri dari 11% kulit telur, 58% putih telur, dan 31 % kuning telur. Secara lengkap bagian-bagian telur dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 8. 1. Potongan melintang telur

8.4 Komponen Gizi Telur Sebagai Bahan Pangan

Telur segar yang baik ditandai oleh bentuk kulitnya yang bagus, cukup tebal, tidak cacat (retak), warnanya bersih, rongga udara dalam telur kecil, posisi kuning telur di tengah-tengah, dan tidak terdapat bercak atau noda darah. Ketentuan standar kualitas telur tersebut ditunjukkan pada Tabel 8.1.

Tabel 8. 1. Persyaratan Tingkatan Mutu Telur

| No | Faktor Mutu | Mutu I | Mutu II | Mutu III |
|----|---|--|--|---|
| 1 | Kondisi kerabang | | | |
| | a. Bentuk | Normal | Normal | Abnormal |
| | b. Kehalusan | Halus | Halus | Sedikit kasar |
| | c. Ketebalan | Tebal | Sedang | Tipis |
| | d. Keutuhan | Utuh | Utuh | Utuh |
| | e. Kebersihan | Bersih | Sedikit noda kotor | Banyak noda dan sedikit kotor |
| 2 | Kondisi kantung udara (dengan peneropongan) | <0,5 cm | 0,5 cm-0,9 cm | >0,9 cm |
| | a. Kedalaman kantung udara | Tetap di tempat | Bebas bergerak | Bebas bergerak dan dapat terbentuk gelembung udara |
| | b. Kebebasan bergerak | | | |
| 3 | Kondisi putih telur | | | |
| | a. Kebersihan | Bebas bercak darah, atau benda asing lainnya | Bebas bercak darah, atau benda asing lainnya | Ada sedikit bercak darah, tidak ada benda asing lainnya |
| | b. Kekentalan | Kental | Sedikit encer | Encer, kuning telur belum tercampur dengan putih |
| | c. Indeks | 0,134-0,175 | 0,092-0,133 | 0,050-0,091 |

| | | | | |
|---|----------------------|-------------|------------------------------|--------------------------|
| 4 | Kondisi kuning telur | | | |
| | a. Bentuk | Bulat | Agak pipih | Pipih |
| | b. Posisi | Di tengah | Sedikit bergeser dari tengah | Agak ke pinggir |
| | c. Penampakan batas | Tidak jelas | Agak jelas | Jelas |
| | d. Kebersihan | Bersih | Bersih | Ada sedikit bercak darah |
| | e. Indeks | 0,458-0,521 | 0,394-0,457 | 0,330-0,393 |
| 5 | Bau | Khas | Khas | Khas |

Sumber : SNI 01-3926-2008 (BSN, 2008)

1. Protein: Telur mengandung protein tinggi yang penting untuk pertumbuhan dan perbaikan jaringan tubuh. Protein dalam telur juga memiliki kualitas yang baik, karena mengandung semua asam amino esensial yang diperlukan oleh tubuh.
2. Vitamin dan Mineral: Telur mengandung berbagai vitamin dan mineral, termasuk vitamin A, vitamin D, vitamin B12, vitamin B6, zat besi, dan seng. Vitamin dan mineral ini memiliki peran penting dalam menjaga kesehatan tubuh.
3. Asam Lemak Esensial: Telur mengandung asam lemak esensial, termasuk omega-3 dan omega-6, yang baik untuk kesehatan jantung dan otak.
4. Kolin: Telur merupakan sumber kolin yang baik. Kolin adalah nutrisi penting yang berperan dalam fungsi otak, pembentukan membran sel, dan metabolisme lemak.
5. Lutein dan Zeaxanthin: Telur mengandung lutein dan zeaxanthin, dua senyawa yang berperan dalam menjaga kesehatan mata.
6. Kemudahan dalam Memasak: Telur dapat dimasak dengan berbagai cara, seperti direbus, digoreng, diolah menjadi omelet, atau digunakan sebagai bahan dalam berbagai resep makanan.

7. **Bahan Pengikat dan Pengembang:** Telur juga berfungsi sebagai bahan pengikat dalam adonan, misalnya dalam pembuatan kue atau roti. Selain itu, dalam adonan yang dipanaskan, telur dapat berperan sebagai pengembang.
8. **Harga Terjangkau:** Telur biasanya memiliki harga yang terjangkau dan mudah diakses, menjadikannya pilihan bahan pangan yang ekonomis.

Penting untuk diingat bahwa konsumsi telur sebaiknya seimbang dan disesuaikan dengan kebutuhan nutrisi individu. Orang dengan kondisi kesehatan tertentu atau alergi tertentu mungkin perlu berkonsultasi dengan profesional kesehatan sebelum mengonsumsi telur secara berlebihan.

8.5 Telur Sebagai Bahan Pangan

Pengolahan telur sebagai bahan pangan melibatkan serangkaian langkah untuk memastikan keamanan, kualitas, dan kebersihan produk. Berikut adalah beberapa tahapan umum dalam pengolahan telur:

1. **Penerimaan dan Pemeriksaan Awal:**
 - Telur yang diterima harus berasal dari peternakan yang terpercaya.
 - Telur yang pecah atau rusak harus disaring dan dihapus.
2. **Pembersihan:**
 - Telur dapat dicuci untuk menghilangkan kotoran dan bakteri.

- Pembersihan dapat dilakukan dengan menyikat atau mencuci menggunakan air hangat, namun metode ini bervariasi tergantung pada regulasi lokal.
3. Klasifikasi dan Grading:
 - Telur diklasifikasikan berdasarkan ukuran (kecil, sedang, besar, atau ekstra besar).
 - Grading dilakukan untuk menilai kualitas telur berdasarkan kriteria seperti keutuhan kulit, bentuk, dan ukuran kuning telur.
 4. Penyimpanan:
 - Telur disimpan dalam kondisi yang tepat untuk mencegah kontaminasi dan menjaga kesegarannya.
 - Suhu penyimpanan biasanya diatur pada sekitar 4-7 derajat Celsius.
 5. Pencucian dan Pembersihan Lanjutan:
 - Jika belum dilakukan sebelumnya, telur dapat dicuci lagi untuk memastikan kebersihan maksimal.
 6. Pemisahan Putih Telur dan Kuning Telur:
 - Telur dapat dipecah untuk memisahkan putih telur dan kuning telur.
 - Proses ini dapat dilakukan secara manual atau dengan bantuan peralatan mekanis.
 7. Pasteurisasi (Opsional):
 - Pasteurisasi dapat dilakukan untuk mengurangi risiko kontaminasi bakteri seperti Salmonella.
 - Proses pasteurisasi melibatkan pemanasan telur pada suhu tertentu untuk membunuh bakteri patogen.

8. Kemasan:

- Telur dapat dikemas dalam kemasan yang sesuai untuk menjaga kebersihan dan mencegah kerusakan.
- Kemasan dapat berupa karton, blister, atau kemasan lainnya.

9. Penyimpanan dan Distribusi:

- Telur yang sudah diproses disimpan pada suhu yang tepat sebelum didistribusikan ke pasar atau pelanggan.

Selama seluruh proses ini, praktik higienis dan keamanan pangan harus diterapkan untuk mencegah kontaminasi dan menjaga kualitas telur sebagai bahan pangan. Pemahaman dan kepatuhan terhadap peraturan dan standar keamanan pangan setempat juga sangat penting dalam pengolahan telur.

8.6 Macam Olahan Telur Sebagai Bahan Pangan

Telur adalah bahan pangan yang serbaguna dan dapat diolah menjadi berbagai hidangan yang lezat dan bergizi. Berikut adalah beberapa macam olahan telur sebagai bahan pangan:

1. Rebus (Telur Rebus):

- Telur direbus dalam air mendidih hingga matang.
- Biasanya disajikan dengan garam atau kecap.

2. Goreng (Telur Mata Sapi, Telur Dadar):

- Telur digoreng dengan atau tanpa minyak.
- Telur mata sapi adalah telur yang digoreng dengan kuning telur yang tidak pecah.

- Telur dadar adalah telur yang dikocok dan digoreng hingga matang.
3. Omelet:
 - Telur dikocok dan dicampur dengan bahan tambahan seperti sayuran, daging, atau keju.
 - Mixture tersebut kemudian digoreng menjadi omelet.
 4. Telur Puyuh Rebus:
 - Telur puyuh direbus dan biasanya disajikan sebagai camilan atau pelengkap hidangan.
 5. Telur Ayam Poached:
 - Telur direbus dalam air panas tanpa cangkir sampai putih telur matang dan kuning telur masih cair.
 - Biasanya disajikan di atas roti atau salad.
 6. Telur Asin:
 - Telur direndam dalam larutan garam atau larutan kapur sirih untuk memberikan rasa yang khas.
 - Umumnya digunakan sebagai pelengkap atau lauk tambahan.
 7. Telur Goreng Tepung (Telur Balado):
 - Telur dibalut dengan tepung dan digoreng hingga kuning telur matang dan tepung menjadi renyah.
 - Telur goreng tepung kemudian disajikan dengan saus pedas atau bumbu balado.
 8. Telur Bumbu Bali:
 - Telur direbus dan kemudian digoreng dengan bumbu khas Bali seperti bumbu pedas dan bumbu kacang.

9. Telur Gulung (Tamago Sushi):

- Telur dikocok dan dipanggang tipis, lalu digulung menjadi lapisan tipis yang digunakan dalam sushi Jepang.

10. Telur Kecap Manis:

- Telur direbus dan disajikan dengan saus kecap manis dan bumbu lainnya.

11. Telur Benedict:

- Telur poached disajikan di atas muffin yang dipanggang, dengan ham atau bacon, dan saus Hollandaise.

12. Telur Salad:

- Telur direbus dan dicampur dengan mayones, mustard, dan bumbu lainnya untuk membuat salad telur yang lezat.

13. Telur Panggang:

- Telur dikocok dan dipanggang dalam oven, seringkali dengan tambahan keju, sayuran, atau daging.

14. Telur Dadar Gulung (Rolade Telur):

- Telur dadar tipis digulung dengan isian seperti daging cincang, sayuran, atau keju.

15. Telur Pindang:

- Telur direbus dalam campuran air, kecap, dan rempah-rempah sehingga mendapatkan rasa yang khas.

8.9 Pengawetan Telur

Pengawetan telur adalah suatu teknik atau tindakan suatu usaha yang dilakukan atau digunakan oleh manusia pada suatu bahan (makanan atau lainnya) sedemikian rupa sehingga bahan tersebut menjadi tidak mudah rusak (Hudaya dan Daradjat, 1980). Menurut Peraturan Menteri Kesehatan RI nomor 722/MenKes/Per/IX/1988 yang telah diubah dengan Peraturan Menteri Kesehatan RI nomor 1168/MenKes/Per/X/1999 tentang bahan tambahan pangan, yang dimaksud bahan pengawet adalah bahan tambahan pada makanan yang dapat mencegah atau menghambat proses fermentasi, pengemasan atau penguraian lain terhadap bahan makanan yang disebabkan mikroorganisme (Departemen Kesehatan, 2006). Adapun tujuan dari pengawetan bahan makan menurut Hudaya dan Daradjat (1980) adalah: a) Pengawetan bahan makanan selama perjalanan dari produsen ke konsumen, dengan menghindari perubahan-perubahan yang tidak diinginkan dalam hal keutuhan (tidak cacat atau berkurang), nilai gizi atau mutu organoleptis menggunakan metode-metode yang dapat mengendalikan pertumbuhan mikroorganisme, mengurangi perubahan-perubahan fisik, kimiawi, fisiologis dan pencernaan. b) Mempertahankan mutu (kualitas) produk. c) Menghindarkan terjadinya keracunan akibat adanya kontaminasi mikroorganisme. d) Mempermudah penanganan, penyimpanan dan pengangkutan, misalnya dengan cara pengemasan.

Menurut Buckle, et al. (1987) pada dasarnya ada 4 macam metode utama dalam pengawetan bahan pangan untuk menghindari pembusukan karena aktivitas mikroorganisme, yaitu: a) Mematikan mikroorganisme dengan panas atau radiasi ion dan

perlindungan dari kontaminasi selanjutnya dengan pengemasan. b) Menghambat pertumbuhan mikroorganisme dalam bahan pangan yang berkadar air normal dengan pendinginan, penambahan bahan pengawet kimia (termasuk pengasapan dan perendaman dalam larutan), atau antibiotika, pengasaman, penyimpanan dengan gas dan lain-lain. c) Penghambat pertumbuhan mikroorganisme dengan mengurangi kadar air dan dengan demikian juga akan menurunkan *aw* (*water activity*) dengan cara pengeringan, pembekuan, pemberian garam, gula, pengentalan dan lain-lain. d) Menghilangkan mikroorganisme, misalnya dengan penyaringan aseptik. Cara pengawetan telur ada dua cara menurut Saleh, et al., (2012) yaitu a) pengawetan telur utuh dilakukan dengan cara pengemasan kering (*Dry Packing*), perendaman dalam cairan (*Immersion in Liquid*), penutupan kerabang telur dengan bahan pengawet (*Shell Sealing*) dan pendinginan (*cold storage*). b) pengawetan telur pecah dilakukan dengan cara pembekuan telur (*frozen Egg*) atau diolah menjadi tepung telur (*Dried Egg*).

8.10 Keunggulan Telur Sebagai Olahan Pangan

Telur adalah bahan pangan yang sangat beragam dan memiliki berbagai keunggulan sebagai bahan olahan. Beberapa keunggulan telur sebagai olahan pangan meliputi:

1. Sumber Protein Berkualitas Tinggi: Telur mengandung protein berkualitas tinggi dengan kandungan asam amino yang lengkap. Protein ini esensial untuk pembentukan dan pemeliharaan jaringan tubuh, serta berperan dalam proses pertumbuhan.

2. Kandungan Nutrisi yang Kaya: Selain protein, telur juga mengandung vitamin dan mineral esensial seperti vitamin B12, vitamin D, selenium, zat besi, dan fosfor. Semua nutrisi ini mendukung kesehatan tubuh secara keseluruhan.
3. Sumber Energi: Telur mengandung lemak sehat dan merupakan sumber energi yang baik. Lemak ini penting untuk fungsi normal tubuh dan membantu penyerapan vitamin yang larut dalam lemak.
4. Mudah diolah dan Dapat Digunakan dalam Berbagai Resep: Telur dapat diolah dengan berbagai cara, seperti direbus, digoreng, dijadikan omelet, atau diintegrasikan dalam adonan untuk membuat kue dan roti. Keanekaragaman cara pengolahan ini membuat telur sangat fleksibel untuk digunakan dalam berbagai hidangan.
5. Meningkatkan Rasa dan Tekstur Makanan: Telur dapat digunakan sebagai bahan pengikat dan pengental dalam berbagai hidangan. Misalnya, dalam adonan roti dan kue, telur berkontribusi pada tekstur yang lembut dan memberikan rasa yang kaya.
6. Harga Terjangkau: Telur umumnya merupakan sumber protein yang relatif terjangkau dan mudah didapat di pasaran, membuatnya menjadi pilihan yang ekonomis untuk memenuhi kebutuhan nutrisi.
7. Mengandung Zat Gizi Penting untuk Kesehatan Mata: Telur mengandung lutein dan zeaxanthin, dua senyawa yang penting untuk kesehatan mata. Kedua senyawa ini dapat membantu melindungi mata dari kerusakan akibat sinar UV.
8. Mendukung Kesehatan Otak: Telur mengandung kolin, sejenis nutrisi yang diperlukan untuk perkembangan dan fungsi

otak. Kolin juga diyakini berperan dalam meningkatkan kesehatan sel-sel otak.

9. Dapat Dikonsumsi pada Berbagai Tahap Kehidupan: Telur dapat dikonsumsi oleh berbagai kelompok usia, dari anak-anak hingga orang dewasa, sehingga memudahkan untuk memasukkan nutrisi yang dibutuhkan ke dalam pola makan sehari-hari.

Meskipun telur memiliki banyak keunggulan, penting untuk mengonsumsinya dengan bijak sebagai bagian dari pola makan yang seimbang. Orang dengan kondisi kesehatan tertentu, seperti masalah kolesterol tinggi, sebaiknya berkonsultasi dengan profesional kesehatan sebelum menambahkan telur dalam diet mereka.

8.11 Hal-Hal Penting diperhatikan pada Pengolahan Telur Menjadi Bahan Pangan

Pengolahan telur menjadi bahan pangan melibatkan beberapa tahapan yang perlu diperhatikan agar produk akhir aman, berkualitas, dan memenuhi standar keamanan pangan. Berikut adalah beberapa hal penting yang perlu diperhatikan pada pengolahan telur:

1. Kebersihan dan Higienitas:
 - Pastikan kebersihan telur sejak awal, mulai dari pemilihan telur yang bersih hingga saat proses pengolahan.
 - Gunakan peralatan dan area kerja yang bersih dan steril untuk menghindari kontaminasi bakteri atau mikroorganisme patogen lainnya.

2. Pemisahan Telur:

- Pisahkan telur kuning dan putih dengan hati-hati untuk menghindari kontaminasi dari cangkang telur yang mungkin terkontaminasi mikroba.

3. Pemanasan dan Pendinginan:

- Pastikan suhu pengolahan dan penyimpanan sesuai standar keamanan pangan.
- Hindari perubahan suhu yang drastis, terutama saat pemanasan dan pendinginan, untuk mencegah pertumbuhan mikroorganisme patogen.

4. Pengolahan Termal:

- Pastikan telur dipanaskan dengan suhu yang cukup untuk membunuh bakteri patogen, seperti Salmonella. Namun, hindari pemanasan berlebih yang dapat merusak tekstur atau kualitas telur.

5. Pengawetan:

- Jika produk telur dijadikan bahan pangan yang membutuhkan pengawetan, pastikan menggunakan metode yang aman dan sesuai standar keamanan pangan.

6. Label dan Informasi Produk:

- Berikan informasi yang jelas pada kemasan produk mengenai komposisi, tanggal kadaluarsa, dan petunjuk penyimpanan yang benar.

7. Uji Kualitas:

- Lakukan uji kualitas secara rutin untuk memastikan produk telur memenuhi standar keamanan pangan dan kualitas yang diinginkan.

8. Pelabelan dan Pemantauan:

- Pastikan seluruh tahapan pengolahan telur direkam dengan baik, termasuk asal-usul telur, proses produksi, dan tanggal produksi. Ini membantu dalam pelacakan dan pemantauan kualitas.

9. Pelatihan Tenaga Kerja:

- Pastikan para pekerja yang terlibat dalam pengolahan telur memiliki pemahaman yang baik mengenai praktik-praktik kebersihan dan keamanan pangan.

10. Kepatuhan Terhadap Regulasi:

- Selalu patuhi regulasi dan standar keamanan pangan yang berlaku di wilayah atau negara Anda.

Dengan memperhatikan hal-hal tersebut, pengolahan telur menjadi bahan pangan dapat dilakukan dengan aman dan memastikan produk akhir yang berkualitas.

8.11 Keuntungan dan Kerugian Penggunaan Telur Sebagai Bahan Pangan

Penggunaan telur sebagai bahan pangan memiliki berbagai keuntungan dan kerugian. Berikut adalah beberapa di antaranya:

Keuntungan:

1. Sumber Protein Berkualitas Tinggi:

- Telur mengandung protein berkualitas tinggi yang penting untuk pertumbuhan dan pemeliharaan jaringan tubuh.

2. Vitamin dan Mineral:

- Telur kaya akan berbagai vitamin seperti vitamin A, B12, D, dan E, serta mineral seperti selenium dan zat besi.

3. Kemudahan Pengolahan:

- Telur adalah bahan pangan yang mudah diolah dan dapat digunakan dalam berbagai resep.

4. Fleksibilitas dalam Memasak:

- Telur dapat dimasak dengan berbagai cara, seperti direbus, digoreng, diolah menjadi kue, atau digunakan dalam berbagai hidangan.

5. Harga Terjangkau:

- Umumnya, telur adalah bahan pangan yang terjangkau secara ekonomis, sehingga menjadi pilihan yang ekonomis untuk memenuhi kebutuhan protein.

6. Sumber Nutrisi untuk Vegetarian:

- Telur sering dianggap sebagai sumber protein yang baik bagi orang yang mempraktikkan pola makan vegetarian yang memasukkan produk hewani.

Kerugian:

1. Kandungan Kolesterol Tinggi:

- Telur mengandung kolesterol tinggi, yang dapat menjadi perhatian bagi orang dengan kondisi kesehatan tertentu, seperti masalah kolesterol tinggi.

2. Potensi Alergi:

- Beberapa orang dapat mengalami alergi terhadap protein dalam telur, yang dapat menyebabkan reaksi alergi seperti gatal, ruam, atau bahkan anafilaksis.

3. Risiko Penyakit Menular:

- Telur mentah atau setengah matang dapat membawa risiko infeksi bakteri seperti Salmonella, yang dapat menyebabkan keracunan makanan.

4. Pertimbangan Etika:

- Beberapa orang menghindari telur karena pertimbangan etika, terutama mereka yang menganut pola makan vegetarian atau vegan.

5. Pertanyaan Etika dan Kesejahteraan Hewan:

- Produksi telur kadang-kadang dikaitkan dengan isu kesejahteraan hewan, terutama dalam kasus peternakan besar yang mungkin tidak memenuhi standar etika.

6. Pemborosan Sumber Daya:

- Produksi telur membutuhkan sumber daya seperti pakan dan air, yang dapat menyebabkan dampak lingkungan jika tidak dikelola dengan baik.

Penting untuk memperhitungkan kebutuhan kesehatan pribadi, preferensi diet, dan pertimbangan etika saat memutuskan untuk menggunakan atau menghindari telur sebagai bahan pangan.

8.12 Tepung Telur Ayam: Nilai Gizi, Sifat Fungsional dan Manfaat

Telur merupakan sumber protein hewani yang hampir sempurna. Telur ayam merupakan bahan pangan sempurna yang mengandung zat gizi seperti protein (12.8 %) dan lemak (11.8 %). Dalam 100 gram telur utuh juga mengandung vitamin A sebesar 327.0 SI dan mineral sebesar 256.0 mg. Telur mengandung protein bermutu tinggi karena memiliki susunan asam amino esensial yang

lengkap dan memiliki nilai biologi yang tinggi, yaitu 100 %. Telur terdiri atas tiga komponen utama yaitu cangkang telur (kerabang) dengan selaput, putih telur dan kuning telur. Tingginya kadar air, lemak dan protein pada telur, menjadikan telur sebagai media pertumbuhan bakteri yang baik sehingga umur simpannya cukup singkat. Kualitas telur yang baik adalah yang dikonsumsi dalam rentang 17 hari (Kurniawan et al. 2014). Kelemahan penggunaan telur segar pada industri pengolahan pangan adalah bulky, rapuh dan sifatnya yang mudah rusak. Berdasarkan hal tersebut agar telur memiliki kualitas yang terjaga dan umur simpan yang lebih lama, perlu dilakukan pengawetan. Salah satu jenis pengawetan adalah dengan teknologi pengeringan menjadi tepung.

Pengeringan telur menjadi tepung menawarkan banyak keuntungan, diantaranya adalah kemudahan penyimpanan, distribusi, perlindungan terhadap pertumbuhan mikroba (aktivitas air rendah), penurunan berat per-volume telur utuh, umur simpan yang lebih lama. Penggunaan tepung telur sebagai bahan tambahan ke produk pangan lain lebih mudah dibandingkan dengan penggunaan telur segar (Abreha et al. 2021).

Proses pengeringan merupakan metode untuk mengeluarkan atau menghilangkan sebagian air dari suatu bahan pangan dengan cara evaporasi menggunakan energi panas. Pengeringan telur dapat dilakukan dengan beberapa jenis metode, yaitu pengeringan dengan pengering semprot dan pengeringan dengan oven. Berbagai industri telah menggunakan tepung telur sebagai salah satu bahan baku produk ataupun bahan tambahan makanan, diantaranya industri bakeri, permen, biskuit, saus, salad, hingga industri farmasi (Tsivirko 2021).

8.12.1. Karakteristik Telur Ayam Kampung dan Telur Ayam Ras

Telur ayam merupakan salah satu produk utama hasil ternak selain daging dan susu. Telur sebagai bahan pangan memiliki banyak kelebihan seperti, kandungan gizi telur yang tinggi dan harga telur yang relatif murah dibandingkan dengan bahan sumber protein lain. Struktur anatomi telur ayam memiliki bagian utama yaitu kerabang telur 8-11 %, kuning telur 27-32 %, dan putih telur 56-61 %. Bobot rata-rata telur ayam adalah 50-70 gram per butir. Telur ayam merupakan produk hasil ternak yang mudah dijangkau dari segala kalangan masyarakat dan memiliki nilai gizi yang dibutuhkan oleh tubuh seperti protein, lemak, dan mineral. Kandungan gizi telur ayam kampung dan telur ayam ras (konsumsi) dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 8. 2. Kandungan gizi telur ayam kampung dan telur ayam ras

| | Telur Ayam Kampung | Telur Ayam Ras |
|--|-----------------------|-------------------|
| Putih Telur | | |
| Kadar Air (g/100g) | 87.49 | 87.71 |
| Kadar Abu (g/100g) | 0.66 | 0.71 |
| Kadar Lemak (g/100g) | 0.06 | 0.83 |
| Kadar Protein (g/100g) | 10.07 | 10.26 |
| Karbohidrat (g/100g) | 1.72 | 0.49 |
| Energi (kkal/100g) | 48 | 50 |
| Kuning Telur | | |
| Kadar Air (g/100g) | 48.13 | 50.33 |
| Kadar Abu (g/100g) | 1.84 | 1.52 |
| Kadar Lemak (g/100g) | 30.08 | 31.06 |
| Kadar Protein (g/100g) | 17.12 | 15.32 |
| Karbohidrat (g/100g) | 2.83 | 1.77 |
| Energi (kkal/100g) | 350 | 348 |
| Campuran Putih Telur dan Kuning Telur | | |
| Kadar Air | 74.85 | 66.37 |
| Kadar Abu | 1.02 | 1.13 |
| Kadar Lemak | 10.83 | 12.08 |
| Kadar Protein | 13.86 | 12.76 |
| Karbohidrat | 0.00 | 7.66 |
| Energi | 153 | 190 |

Sumber : Wulandari (2018)

Berdasarkan Tabel 8.2 dapat dilihat bagian putih telur merupakan sumber protein, sedangkan bagian kuning telur didominasi oleh lemak. Lemak yang terdapat pada kuning telur sebagian besar berikatan dengan protein dalam bentuk lipoprotein. Sebagai salah satu sumber protein, putih telur mengandung asam amino yang lengkap (sebagai sumber asam amino esensial) dan nilai biologis 100. Pada kuning telur terdapat banyak senyawa fungsional yang sangat berperan dalam kesehatan otak seperti misalnya kolin, sphingomyelin, serta senyawa yang melindungi mata yaitu lutein dan zeaxanthin (Miranda et al. 2015). Telur merupakan bahan pangan yang mudah rusak (*perishable*). Telur ayam mengalami penurunan kualitas yang disebabkan oleh kontaminasi mikroba, kerusakan secara fisik serta penguapan air dan gas-gas seperti karbondioksida, amonia, nitrogen dan hidrogen sulfida dari dalam telur. Hal ini disebabkan oleh karakteristik telur yang memiliki $aw > 0.9$, $pH > 7$, protein dan lemak yang terkandung didalamnya, lama penyimpanan, suhu, kelembaban relatif dan kualitas kerabang telur. Penurunan kualitas pada telur dapat dicegah dengan metode pengawetan telur salah satunya pengeringan telur. Pengeringan ini bertujuan untuk mengurangi kadar air hingga batas tertentu sehingga mikroba tidak dapat tumbuh pada telur.

Kualitas mikrobiologi telur ayam konsumsi berdasarkan SNI 3926:2008 adalah nilai kandungan Total Plate Count (TPC), coliform E.coli dan Salmonella. Berdasarkan penelitian Anton et al. (2020) cemaran mikroba pada telur ayam di kedua jenis pasar (pasar tradisional dan pasar swalayan) di wilayah Jakarta Timur telah memenuhi standar mutu mikrobiologis telur ayam konsumsi berdasarkan SNI 3926:2008. Cemaran mikroba yang terdeteksi masih berada dibawah standar maksimum cemaran mikroba telur

yaitu 5 log cfu/g, 100 MPN/g dan 50 MPN/g untuk masing-masing jenis cemaran mikroba TPC, Coliform dan E.coli. Dari 100 sampel yang diambil dari pasar di wilayah Jakarta Timur semua memberikan hasil negatif terhadap cemaran *Salmonella* sp. Selain nilai gizi yang terdapat di dalam telur, hal lain yang sangat penting dalam aplikasi telur sebagai bahan pangan adalah sifat fungsional telur. Sifat fungsional telur adalah kemampuan telur menjalankan fungsinya dalam bahan pangan. Sifat fungsional telur terbagi atas dua yaitu putih telur dan kuning telur. Sifat fungsional putih telur terdiri atas kemampuan koagulasi, kemampuan daya busa, kontrol kristalisasi pada produk konfeksioneri. Sifat fungsional kuning telur adalah kemampuan mengemulsi dan control warna (Stadelman dan Cotterill 1995). Perubahan dari sol menjadi gel ini disebut koagulasi (Lichan et al. 1995). Koagulasi melewati beberapa tahap, tahap koagulasi adalah: denaturasi, agregasi, polimerisasi dan koagulasi. Koagulasi pada telur bersifat irreversible atau koagulasi tersebut tidak dapat kembali ke bentuk semula. Kemampuan koagulasi dipengaruhi oleh protein putih telur yaitu ovalbumin, conalbumin, ovomucoid, lysozyme dan ovomucin. Selain oleh jenis protein, koagulasi juga dipengaruhi oleh suhu dan lama pemasakan, media pemasakan dan bahan tambahan pangan. Pada aplikasi bahan pangan yang terkait dengan kemampuan koagulasi adalah telur rebus, telur mata sapi, pembuatan cake dan lain-lain.

Kemampuan daya busa dipengaruhi oleh protein putih telur yaitu globulin, ovomucin-lysozyme dan ovalbumin. Selain oleh jenis protein kemampuan daya busa dipengaruhi oleh lama dan kekuatan pengocokan, bahan tambahan pangan, suhu dan lama pemasakan. Kemampuan daya kembang dapat dilihat pada pembuatan *cake*, *sponge cake*, *custard*, dll (Stadelman dan Cotterill 1995). Daya busa

dipengaruhi oleh umur telur. Umur telur yang semakin lama maka daya busa yang dihasilkan semakin baik. Hal ini dikarenakan terjadinya ikatan kompleks ovomucin-lysozyme. Hal ini sesuai dengan pendapat Stadelman dan Cotterill (1995) bahwa dengan makin lamanya umur telur mengakibatkan terjadinya ikatan ovomucin-lisozim yang menyebabkan putih telur semakin encer. Pengocokan putih telur encer akan menghasilkan volume daya buih yang tinggi. Stabilitas busa telur merupakan kebalikan dari daya busa telur. Semakin lama umur telur maka stabilitas busa telur semakin rendah, dikarenakan ovomucin yang berperan pada telur segar sebagai protein pengikat air sudah lemah sehingga kestabilan buih telur rendah (Siregar et al. 2012) Fungsi putih telur pada produk konfeksioneri adalah: (a) mencegah kristalisasi gula, (b) membantu menangkap udara, (c) mencegah kerusakan produk dan (d) menangkap air. Jenis dan karakteristik putih telur dapat dilihat pada Tabel 8.3.

Tabel 8. 3. Jenis dan karakteristik protein putih telur ayam ras

| Jenis Protein | % of albumen proteins | Titik Isoelektrik | Berat Molekul Da | Karakteristik |
|------------------|-----------------------|-------------------|-----------------------------|---------------------------|
| Ovalbumin | 54 | 4.5 | 45 | Phosphoglycoprotein |
| Ovotransferrin | 12 | 6.1 | 76 | Pengkelat mineral |
| Ovomucoid | 11 | 4.1 | 28 | Tripsin inhibitor |
| Ovomucin | 3.5 | 4.5 – 5.0 | 5.5 – 8.3 x 10 ⁶ | Sialoprotein, viscous |
| Lisozim | 3.4 | 10.7 | 14.3 | Lisis bakteri |
| G2 Globulin | 4 | 5.5 | 3.0 – 4.5 x 10 ⁴ | - |
| G3 Globulin | 4 | 4.8 | - | - |
| Ovoinhibitor | 1.5 | 5.1 | 49 | Inhibits serine proteases |
| Ovoglycoprotein | 1 | 3.9 | 24.4 | Sialoproteins |
| Ovoflavoprotein | 0.8 | 4 | 32 | Pengkelat riboflavin |
| Ovomacroglobulin | 0.5 | 4.5 | 7.69 x 10 ⁵ | Strongly antigenic |
| Cystatin | 0.05 | 5.1 | 12.7 | Inhibits thiol proteases |
| Avidin | 0.05 | 10 | 68.3 | Pengkelat biotin |

Sumber: Lichan *et al.* (1995)

Kemampuan sebagai pengemulsi dipengaruhi oleh konsentrasi lesitin yang terdapat pada kuning telur. Faktor lain dari kemampuan sebagai emulsi adalah sistem emulsi yang ada, bahan tambahan pangan dan juga teknologi proses yang digunakan. Sifat fungsional kontrol warna dimiliki oleh pigmen yang terdapat pada kuning telur, yaitu xanthophylls, lutein and zeaxanthines. Produk-produk yang terkait dengan kontrol warna adalah produk bakeri, mie, ice creams dan omelets. Telur ayam konsumsi memiliki aw 0.91, artinya bahan pangan ini sangat mudah mengalami kerusakan, dengan pH di atas 9. Kapasitas emulsi telur ayam konsumsi dan stabilitas emulsi adalah 94.48 % dan 0.47 %. Kapasitas emulsi dan stabilitas emulsi ini sangat dipengaruhi oleh persentase lesitin yang terdapat pada kuning telur. Daya busa dan kestabilan busa telur ayam konsumsi adalah 219.51 % dan 62.61 % (Tabel 8.4).

Tabel 8. 4. Karakteristik fungsional telur ayam ras

| Karakteristik Fungsional | Telur ayam konsumsi |
|--------------------------|---------------------|
| Water activity | 0.91 a) |
| pH putih telur | 9.41 b) |
| Kapasitas emulsi (%) | 94.48 c) |
| Stabilitas Emulsi (%) | 0.47 c) |
| Daya Busa (%) | 219.51 c) |
| Kestabilan Busa (%) | 62.61 c) |

Sumber: a) Andriani (2014), b) Zakiyyurahman (2006), c) Siregar *et al.* (2012)

Menurut hasil penelitian Borilova et al. (2020) menyatakan bahwa selenium ditambahkan ke pakan ayam petelur sangat mempengaruhi sifat fungsional dari putih telur dan kuning telur. Telur dari kelompok yang tidak diperkaya selenium menunjukkan, nilai kekerasan gel putih telur tertinggi, yang disebabkan oleh

tingginya nilai pH albumen. Di sisi lain, pemberian suplemen selenium pada pakan ayam petelur dapat meningkatkan kapasitas buih putih telur dan kuning telur. Selenium organik yang ditambahkan dalam bentuk yang diperkaya selenium ragi dan selenomethionine terbukti memiliki efek positif pada stabilitas dan daya dan kestabilan busa.

Berdasarkan penelitian Chayasit et al. (2019) yang meneliti karakteristik fungsional dari telur ayam dan telur itik. Karakteristik fungsional daya busa putih telur ayam lebih bagus dibandingkan putih telur itik. Akan tetapi kemampuan membentuk gel pada kuning telur lebih kuat pada telur itik dibandingkan telur ayam. Hasil penelitian Yuceer dan Caneer (2012) menunjukkan pH albumen, penurunan berat telur, nilai HU dan daya busa dipengaruhi oleh pelapisan kitosan pada telur selama penyimpanan. Riset ini menunjukkan kitosan yang ditambahkan lisozim sebagai pelapis pada kulit telur efektif memperpanjang umur simpan telur. Kitosan baik yang ditambahkan lisozim atau tidak sebagai pelapis telur nyata meningkatkan kekuatan kerabang sehingga mengurangi kerusakan telur selama penanganan dan penyimpanan. Penelitian ini dengan jelas menunjukkan bahwa pelapis kitosan yang mengandung 10, 20 dan 60 % merupakan teknik yang ada untuk mempertahankan sifat fungsional (pH, viskositas, total padatan dan daya busa sebagai kualitas interior) telur yang dipengaruhi oleh lama penyimpanan.

8.12.2. Proses Pembuatan Tepung Telur

Pengeringan telur bertujuan untuk mengurangi dan mencegah aktivitas mikroorganisme sehingga dapat memperpanjang umur simpan. Pembuatan telur menjadi tepung telur dapat pula mengurangi ruang penyimpanan, mempermudah penanganan dan transportasi (Winarno dan Sutrisno 2002). Tahapan pembuatan tepung telur adalah persiapan bahan baku, pemecahan telur dan filtrasi, pasteurisasi, pengeringan, penyimpanan, pengemasan dan distribusi. Telur yang dibuat tepung sampai saat ini berasal dari telur ayam ras. Hal ini disebabkan telur ayam ras diproduksi dalam jumlah yang mencukupi di berbagai negara. Untuk telur selain ayam ras belum banyak diproduksi sebagai tepung telur karena jumlah produksi yang masih terbatas, sehingga belum efisien jika diproduksi sebagai tepung telur.

8.12.3. Persiapan Bahan Baku

Bahan baku berupa telur ayam ras segar yang berumur 1-2 hari. Tahap persiapan bahan dimulai dari menyeleksi telur segar dengan menggunakan candler. Putih telur yang digunakan pada penelitian ini berdasarkan standar USDA termasuk dalam kelompok AA sampai A yang memiliki ciri-ciri seperti warnanya putih bening, kental, bersih dan bebas dari noda (bercak darah dan bercak daging). Tahap berikutnya adalah pencucian telur. Pencucian telur dilakukan dengan air hangat yang bertujuan untuk mencegah terkontaminasi mikroba pada isi telur.

8.12.4. Pasteurisasi

Pasteurisasi pada produk pangan terutama telur telah lama digunakan. Tujuan perlakuan pasteurisasi adalah untuk membunuh beberapa bakteri patogen yang terdapat di dalam telur. Bakteri patogen utama yang difokuskan adalah *Salmonella*, karena bakteri ini secara umum berasosiasi dengan telur dan produk telur (Stadelman dan Cotteril 1995).

Pasteurisasi merupakan proses pemanasan pada suhu dan waktu tertentu. Proses tersebut akan membunuh bakteri patogen yang berbahaya seperti *Salmonella* pada telur. Pasteurisasi yang dilakukan terhadap putih telur, kuning telur dan telur utuh menggunakan metode HTST (High Temperature Short Time). Metode ini memanfaatkan suhu yang tinggi dan waktu kontak antara panas dan bahan singkat. Suhu yang digunakan dalam pasteurisasi putih telur yaitu 55.6 °C selama 3.1 menit, kuning telur pada suhu 60 °C selama 1 menit dan telur utuh pada suhu 60 °C selama 1.75 menit (Cunningham 1995).

8.12.5. Pengeringan

Pengeringan telur akan menghasilkan produk berupa tepung telur atau telur bubuk. Proses pengeringan telur dilakukan untuk mengeluarkan air dari cairan telur dengan cara penguapan hingga kandungan air menjadi lebih sedikit. Metode pengeringan yang digunakan dalam pembuatan tepung telur terdiri dari tiga macam yaitu pengeringan semprot (spray drying), pengeringan secara lapis (pan drying) dan pengering beku (freeze drying) (Ndife et al. 2010). Pengeringan semprot merupakan metode yang paling sering digunakan untuk memproduksi tepung. Prinsip metode ini adalah menyemprotkan cairan telur ke dalam aliran udara panas, sehingga

permukaan cairan telur menjadi sangat luas dan pengeringan berlangsung dengan cepat. Pengeringan semprot biasa digunakan untuk telur utuh dan kuning telur, tetapi tidak digunakan untuk membuat tepung putih telur (Winarno dan Koswara 2002). Metode pengeringan secara lapis (pan drying) merupakan metode pengeringan yang paling mudah dilakukan dan membutuhkan biaya yang tidak mahal.

Tabel 8. 5. Karakteristik fungsional tepung telur ayam ras hasil pengeringan dengan oven dan pengering semprot

| Karakteristik Fungsional | Tepung Telur Spray b) | Tepung Telur Oven b) | Tepung Telur Oven b) | Tepung Kuning Telur b) | Tepung Putih Telur b) |
|--------------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|-----------------------|
| Aktivitas air (Aw) | 0.4 + 0 | 0.5 + 0 | - | - | - |
| pH | 7.8 + 0 | 7.5 + 0 | - | - | - |
| Kapasitas emulsi (%) | 54.5 + 1.2 | 55.1 + 1.2 | 55 | 74 | 17.77 |
| Stabilitas Emulsi (%) | - | - | 44.86 | 72.40 | 14.70 |
| Pengurangan Emulsi (%) | - | - | 10.14 | 1.60 | 3.07 |
| Daya Busa (%) | 29.5 + 0.9 | 31.2 + 0.9 | 40 | 38.5 | 28.08 |
| Kestabilan Busa (%) | | | 59.29 | 28.08 | 78.3 |
| Kapasitas penyerapan air (%) | 1.1 + 0.1 | 1.5 + 0.1 | 1.6 | 0.5 | 1.8 |
| Kapasitas penyerapan lemak (%) | 1.1 + 0.0 | 0.9 + 0.0 | 2.6 | 0.6 | 0.5 |
| Suhu Koagulasi (°C) | - | - | 64 | 66.5 | 63 |
| Indeks kelarutan | - | - | 92 | 88 | 96 |
| Total solids (%) | - | - | 93.26 | 96.12 | 95.88 |

Sumber: a) Abrehaa *et al.* (2021), b) Ndife *et al.* (2010)

Pengeringan ini dilakukan dengan menggunakan oven. Suhu yang digunakan berkisar antara 45-50 o C dengan tebal lapisan bahan sekitar 6 mm akan dihasilkan produk kering dengan kadar air 5 % (Berquist 1995).

Menurut Koc *et al.* (2011) penggunaan tepung telur hasil pengeringan dengan pengering semprot dapat digunakan sebagai pengganti telur segar pada produk biskuit untuk bayi dan balita. Hasil penggunaan tepung telur hasil pengeringan dengan pengering semprot stabil dan dapat digunakan untuk industri skala besar segmen industri makanan terutama untuk makanan bakery, fast

food (omelet), mayonnaise dan saus salad. Penggunaan tepung telur akan memudahkan industri, terutama industri skala menengah dan besar di dalam penanganan, pengemasan, penyimpanan dan proses pengolahan dibandingkan dengan penggunaan dengan telur segar.

8.12.6. Sifat Fungsional dan Nilai Gizi Tepung Telur Ayam Ras

Sifat fungsional tepung telur, tepung putih telur dan kuning telur dapat dilihat pada Tabel 4. Berdasarkan Tabel 4, aktivitas air (aw) tepung putih telur pada kisaran 0.4 sd 0.5. Nilai ini sangat bermanfaat untuk mencegah pertumbuhan mikroba. Aktivitas air (aw) adalah jumlah air minimal yang dibutuhkan untuk pertumbuhan mikroba. Semakin tinggi nilai aw, semakin mudah mikroba tumbuh. Mikroba tumbuh pada kisaran aw minimal 0.6 sd 0.7 untuk kapang, 0.8 sd 0.9 untuk khamir dan lebih dari 0.9 untuk bakteri.

Berdasarkan penelitian Ndife et al. 2010 seperti terlihat pada Tabel 4, menunjukkan bahwa metode pengeringan oven yang digunakan berpengaruh terhadap beberapa sifat fungsional dari komponen tepung telur. Kapasitas emulsi 74.00 % dan stabilitas emulsi 72.40 % tertinggi untuk tepung kuning telur. Hal ini disebabkan senyawa yang berpengaruh terhadap kemampuan emulsi adalah lesitin yang terdapat pada kuning telur. Penelitian Abreeha et al. (2021) menunjukkan kisaran kapasitas emulsi tidak berbeda antara pengeringan dengan oven (55.1 %) dan pengering semprot (54.5 %).

Daya busa dan kestabilan busa tertinggi adalah tepung putih telur 97.50 dan 78.30 %. Daya busa dan kestabilan busa dipengaruhi oleh protein yang terdapat pada putih telur. Kapasitas penyerapan air dan minyak memiliki nilai yang berbeda-beda. Sifat-sifat ini

berpengaruh pada reologi, fungsional dan kualitas memanggang dari produk. Sifat penyerapan minyak dan air dari telur juga membantu mempertahankan kelembapan dan minyak selama memanggang dan penyimpanan selanjutnya. Ini meningkatkan baik fisik dan kualitas sensorik dari produk mereka (Ndife et al. 2010). Penelitian Abreeha et al. (2021) menunjukkan kisaran daya busa tidak berbeda antara pengeringan dengan oven (31.2 %) dan pengering semprot (29.5 %).

Indeks kelarutan, yang merupakan salah satu sifat yang berhubungan dengan protein, menunjukkan nilai 96.00 % untuk tepung putih telur, 92.00 % untuk tepung telur dan 88.00 % untuk tepung kuning telur. Suhu optimal 44 °C yang digunakan dalam pengeringan oven tidak berdampak negatif pada indeks kelarutan. Metode pengeringan oven yang digunakan tidak signifikan mempengaruhi suhu koagulasi yang 64.0, 66.5 dan 63.0 °C untuk tepung telur tepung kuning telur dan tepung putih telur. Oleh karena itu, dapat digunakan sebagai bahan pengikat dan pengental dalam olahan makanan seperti: seperti saus dan pudding (Ndife et al. 2010).

Nilai gizi tepung telur, tepung putih telur dan tepung kuning telur dapat dilihat pada Tabel 5. Hasil penelitian Abreeha et al. (2021) menunjukkan pengeringan telur dengan pengering semprot dan oven menghasilkan kadar protein, kadar lemak, kadar air, kadar karbohidrat dan energi yang tidak jauh berbeda. Kadar air yang didapatkan pada penelitian tersebut sesuai dengan standar UNECE (2010) yaitu maksimal 5 %. Demikian juga dengan kadar protein dan kadar lemak. Kadar air yang rendah akan memperpanjang umur simpan produk sehingga memudahkan dalam penyimpanan, pengemasan dan distribusi. Kadar protein yang tinggi sangat

menguntungkan karena tepung telur merupakan produk yang diklaim sebagai sumber protein.

Tabel 8. 6. Nilai gizi tepung telur, putih telur dan kuning telur ayam

| Senyawa Nutrisi | ras | | | | |
|-----------------------|------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|
| | Tepung Telur dengan spray a) | Tepung Telur dengan oven a) | Tepung Telur dengan oven b) | Tepung Putih Telur dengan oven b) | Tepung Kuning Telur dengan oven b) |
| Kadar Protein (%) | 44.3 + 0.3 | 45.2 + 0.1 | 45.21 | 62.04 | 26.20 |
| Kadar lemak (%) | 39.1 + 0.4 | 38.3 + 0.2 | 8.94 | 7.17 | 27.62 |
| Kadar air (%) | 2.6 + 0.1 | 3.6 + 0.0 | 6.74 | 4.32 | 3.88 |
| Kadar Abu (%) | - | - | 1.02 | 1.00 | 0.60 |
| Kadar Karbohidrat (%) | 12.6 + 0.3 | 11.8+ 0.1 | 38.09 | 25.48 | 41.70 |
| FEV (g/Kal) | | | 413.66 | 414.52 | 520.18 |
| Energi (kkal/100g) | 579.3 + 0.9 | 572.8 + 0.9 | | | |

Sumber: a) Abrehaa *et al.* (2021), b) Ndife *et al.* (2010)

Hasil penelitian Ndife et al. (2010) pada Tabel 6 menunjukkan kadar air tepung telur di atas SNI 01-4323- 1996 (5 %) yaitu 6.74 %. Kadar air tepung putih telur sesuai dengan SNI 01-4323-1996 yaitu di bawah 8 %, yaitu 7.17 %. Kadar air tepung kuning telur sesuai dengan SNI 01-4323-1996 yaitu di bawah 5 %, yaitu 3.88 %. Kadar protein tepung putih telur dan kuning telur masih di bawah SNI 01-4323-1996. Hal ini disebabkan belum optimalnya proses pengeringan yang dilakukan. Kadar protein tepung telur sesuai dengan SNI 01-4323-1996, yaitu minimal 45 %. Kadar lemak tepung kuning telur yang dihasilkan juga masih belum sesuai dengan standar UNECE (2010).

Tabel 8. 7. Standar Tepung telur, tepung putih telur dan tepung kuning telur

| Kriteria | Tepung Telur a) | Tepung Putih Telur b) | Tepung Kuning Telur a) |
|---------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| pH | 7.5 | 6.5 – 7.5 | 6 |
| Kadar Air b/b | 5 % | Maks 8 | 5 % |
| Kadar Abu Total b/b | - | Maks 5 | - |
| Kadar Lemak b/b | Minimum 39 % | Maks 1 | Minumum 55 % |
| Kadar Protein b/b | Minimum 45 % | Min 75 | Minimum 33 % |
| Gula pereduksi b/b | - | Maks 0.5 | - |
| Cemaran Mikroba | | | |
| Total bakteri | Maks 1 x 10 ³ koloni /g | Maks 1 x 10 ³ koloni /g | Maks 1 x 10 ³ koloni /g |
| Coliform | Maks 1 koloni / g | Maks 1 koloni / g | Maks 1 koloni / g |
| Salmonella | Tidak boleh ada | Tidak boleh ada | Tidak boleh ada |
| Cemaran Logam | | | |
| Tembaga (Cu) | Maks 6 mg/g | Maks 6 mg/g | Maks 6 mg/g |
| Zeng (Zn) | Maks 10 mg/g | Maks 10 mg/g | Maks 10 mg/g |
| Timbal (Pb) | Maks 1 mg/g | Maks 1 mg/g | Maks 1 mg/g |

Sumber: a) UNECE (2010), b) SNI 01-4323-1996

Nilai cemaran mikroba dan nilai cemaran logam baik standar SNI 01-4323-1996 dan UNECE (2010) adalah sama. Untuk mencapai nilai-nilai yang dipersyaratkan sesuai dengan standar tersebut harus menerapkan manajemen mutu keamanan pangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alatrasta VR, Zoppi A, Nicoli MC. 2003. Analytical assessment of lipid composition in egg yolk lecithin. *Zeitschrift fur Lebensmitteluntersuchung und -Forschung A*, 216(4): 227-232.
- Amiza MA, Norhidayah AH, Fauziah O. 2015. Chemical composition of chicken egg yolk and egg white compared to other avian species. *International Food Research Journal*, 22(1): 111-117.
- Andriani, R. 2014. Studi daya simpan telur ayam arab dan ras kaya DHA (Docosa Hexanoic Acid). Skripsi. IPB. Bogor.
- Anton., E. Taufik & Z. Wulandari. 2020. Studi residu antibiotika dan kualitas mikrobiologi telur ayam konsumsi yang beredar di kota administrasi Jakarta Timur. *Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan*. 08(03):151-159.
- Abrehaa, E., P. Getachewa, A. Laillou, S. Chitekweb, & K. Baye. 2021. Physico-chemical and functionality of air and spray dried egg powder: implications to improving diets. *International Journal of Food Properties*. 24(1): 152-162.
- Barzegar M, Razavi SH, Jabbari V, et al. 2013. Comparative study of fatty acid profile of egg yolk of indigenous chickens of Iran. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 15(6): 1199-1208.

- Berquist, D. H. 1995. Egg dehydration. Dalam: W. J. Stadelmen and O. J. Cotterill (Editor). *Egg Science and Technology*. Food Products Press. An Imprint of The Haworth Press, Inc., New York.
- Borilova, G., M. Fasiangova, D. Harustiakova, D. Kumprechtova, J. Illek, E. Auclair, & R. Raspoet. 2019. Effects of selenium feed supplements on functional properties of eggs. *J Food Sci Technol* <https://doi.org/10.1007/s13197-019-04026-8>.
- Chaiyasit, W., R. G. Brannan, D. Chareonsuk, & W. Chanasattru. 2019. Comparison of Physicochemical and Functional Properties of Chicken and Duck Egg Albumens. *Brazilian Journal of Poultry Science Revista Brasileira de Ciência Avícola*. 21(1):001-010.
- Cunningham. 1995. Egg product pasteurization. In: Stadelman and Cotterill (Eds) *Egg Science and Technology*. Haworth Press, Inc. BSN (Badan Standarisasi Nasional). 1996. *Tepung Putih Telur SNI 01-4323-1996*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Dif N, Chobert JM, Dalgalarondo M, et al. 2008. Interaction of hen egg white lysozyme with salmon muscle actomyosin: influence of pH and ionic strength on heat-induced gelation. *Food Chemistry*, 108(1): 28-38.
- Koç, M., B. Koç, G. Susyal, M. S. Yilmazer, F. K. Ertekin, & N. Bağdatlıoğlu. 2011. Functional and physicochemical properties of whole egg powder: effect of spray drying conditions. *J Food Sci Technol*. 48(2):141-149.
- Koç, M., B. Koc, M. S. Yilmazer, F. K. Ertekin, G. Susyal, & N. Bağdatlıoğlu. 2011. Physicochemical characterization of whole egg powder microencapsulated by spray drying. *Drying Technology*. 29:780-788.

- Kurniawan, R., S. Juhandi, D. A. Wibowo, & I. Fauzi. 2014. Pembuatan tepung telur menggunakan spray dryer dengan nozzle putar. Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia “Kejuangan”. Pengembangan Teknologi Kimia untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia; 2014 Mar 5; Yogyakarta, Indonesia. Yogyakarta: Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri UPN Veteran Yogyakarta. hlm 1-7.
- Labuza, T. P., & M. S. Rahman. 2007. Water activity and food preservation. In M. S. Rahman (2 Ed.), Handbook of food preservation (pp. 456-467). New York:
- Liu Y, Ma Q, Wang M, et al. 2018. Effect of egg yolk proteins and bacterial β -galactosidase on the rheological properties of stirred skim milk gels. International Journal of Food Science and Technology, 53(1): 175-183.
- Marcel Dekker. Lichan, E. C. Y., W. D. Powrie, & S. Nakai. 1995. The chemistry of eggs and egg products. In: Stadelman and Cotterill (Eds) Egg Science and Technology. Haworth Press, InC. Miranda J. M., X. Anton, C. R. Valbuena, P. R. Saavedra, J. A. Rodriguez, A. Lamas, C. M. Franco, & A. Cepeda. 2015 Review: egg and egg-derived foods: effects on human health and use as functional foods. Nutrients. 7:706-729.
- Ndife, J., Udobi, C. Ejikeme, & N. Amaechi. 2010. Effect of oven drying on the functional and nutritional properties of whole egg and its components. African Journal of Food Science. 4(5):254-257.
- Oluwole OB, Oluwawemitan IA. 2019. Quality characteristics of bread from composite flours of wheat, maize, and eggshell. Food Science and Technology International, 25(3): 222-230.

- Siregar, R. F., A. Hintono, & S. Mulyan. 2012. Perubahan sifat fungsional telur ayam ras pasca pasteurisasi (the change of chicken egg functional properties after pasteurization). *Animal Agriculture Journal*. 1(1): 521- 528.
- Singh A, Saldaña MD, Anderson KE. 2019. Egg consumption and human health: an umbrella review of observational studies. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(9): 1539.
- Stadelman, W. J., & O. J. Cotterill. 1995. *Egg Science and Technology*. 4th Ed. New York: Food Products Press. An Imprint of The Haworth Press, Inc.
- Tsivirko, I. L., I. V. Yatsenko, L. V. Busol, O. I. Parilovsky, A. M. Bogatyreva, & R. O. Kryvorotko. 2021. Dry egg products and definition of their safety and quality. *Veterinary Science, Technologies of Animal Husbandry and Nature Management*. 7:163-166.
- UNECE (United Nations Economic Commission for Europe). 2010. UNECE standard egg-2 concerning the marketing and commercial quality control of egg products. New York dan Geneva: United Nations.
- Wei Z, Pan D, Liu B, et al. 2017. Impact of cooking methods on fatty acids and cholesterol content in egg yolk. *Journal of Food Science and Technology*, 54(10): 3101-3108.
- Winarno, F. G., & S. Koswara. 2002. *Telur: Komposisi, Penanganan dan Pengolahannya*. M-Brio Press, Bogor.
- Wulandari, Z. 2018. Karakteristik lisozim dari telur unggas lokal sebagai pemanis. Disertasi Sekolah Pascasarjana IPB. Bogor.

- Wulandari, Z., Rukmiasih, T. Suryati, C. Budiman, & N. Ulupi. 2014. Teknik Pengolahan Telur dan Daging Unggas. IPB Press. Bogor.
- Yang J, Wang L, Zhu L, et al. 2014. Interaction effect of orange pomace dietary fibre and egg restriction on laying performance, cholesterol content and lipid oxidation of egg, serum lipid profile and antioxidant capacity of blood in laying hens. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 94(11): 2265-2271.
- Yuceer, M., & C. Caner. 2019. Antimicrobial lysozyme– chitosan coatings affect functional properties and shelf life of chicken eggs during storage. *J Sci Food Agric*. 94:153-162.
- Zakiyyurahman, A. 2006. Sifat fisik dan fungsional telur ayam ras yang disimpan di dalam refrigerator dengan lama penyimpanan dan waktu preheating yang berbeda. Skripsi. IPB. Bogor.
- Zarei M, Abdollahi M, Dadkhah A, et al. 2018. Effect of replacing mineral-based soluble salts with cracked eggshell on quality and sensory attributes of bread. *Journal of Food Quality*, 2018: 1-9.

BAB 9

DAGING SEBAGAI BAHAN PANGAN

Oleh Gemini E M Malelak

9.1 Pendahuluan

Ternak dipelihara dengan berbagai tujuan seperti untuk menghasilkan daging (ternak potong), untuk menghasilkan susu (ternak perah), untuk menghasilkan telur (unggas petelur), namun demikian semua ternak menghasilkan daging. Komponen-komponen tubuh ternak terdiri dari komponen-komponen yang dapat dikonsumsi/edible, maupun komponen-komponen yang tidak dapat dikonsumsi.

Daging didefinisikan sebagai bagian otot skeletal dari karkas yang aman, layak dan layak dikonsumsi oleh manusia, dapat berupa daging segar, daging segar dingin atau daging beku (BSNI, 2008). Definisi lainnya, daging adalah bagian dari otot skeletal karkas yang layak, aman, dan layak dikonsumsi oleh manusia, terdiri atas potongan daging bertulang dan daging tanpa tulang, dapat berupa daging segar hangat, segar dingin (*chilled*) atau karkas beku (*frozen*) (MENTAN, 2010). Dari definisi tersebut maka dapat dipahami bahwa daging merupakan bagian dari karkas, oleh karena itu pembahasan tentang daging dalam tulisan ini akan didahului dengan pembahasan tentang karkas.

9.2 Karkas dan Otot

Setelah ternak disembelih kita akan mendapatkan komponen-komponen karkas dan non karkas. Karkas adalah bagian dari tubuh ternak setelah disembelih dan dikeluarkan darah, kulit dan/atau bulu, kepala (termasuk lidah dan otak), keempat kaki, isi rongga dada dan isi rongga perut. Pada ternak unggas dan babi kuit juga termasuk komponen karkas, yang dikeluarkan adalah bulu. Karkas terdiri dari 3 bagian utama yaitu: tulang, otot dan lemak. Semakin tinggi/ berat nilai yang dimiliki oleh komponen-komponen tersebut semakin tinggi harga jualnya dipasaran.

Otot yang terdapat pada karkas adalah otot yang melekat pada tulang/rangka tubuh/ skeletal, oleh karena itu disebut otot skeletal. Hal ini untuk membedakan antara otot skeletal dan otot polos/licin maupun otot jantung, walaupun semua jenis otot ini edible.

Setiap bangsa dan jenis ternak mempunyai ukuran tubuh yang berbeda, sehingga karkas yang dihasilkan juga berbeda-beda ukurannya, yang pada akhirnya akan mempengaruhi jumlah otot/daging yang dihasilkan. Kualitas karkas ditentukan berdasarkan nilai yang dimiliki oleh karkas tersebut, antara lain persentase karkas (*dressing percentage*) dan persentase daging (*karkas yield*).

Persentase karkas dapat dihitung sebagai berikut:

$$\text{Persentase karkas} = \frac{\text{Berat karkas}}{\text{Berat hidup}^*} \times 100\%$$

*Berat hidup = berat ternak sesaat sebelum dipotong

Persentase daging (*karkas yield*) menunjukkan banyaknya daging yang terdapat pada karkas. *Carcass yield* atau *cutability* atau *cutting-out percentage* sangat berhubungan dengan komposisi karkas dan menunjukkan jumlah daging yang dapat dijual yang terdapat pada karkas tersebut. Karkas yield dapat dihitung dengan cara:

$$\text{Karkas Yield \%} = \frac{\text{Berat daging}}{\text{Berat karkas}} \times 100$$

Persentase karkas dan karkas yield berbeda diantara jenis ternak maupun bangsa ternak. Persentase karkas sapi Bali lebih tinggi dibanding sapi Australian commercial cross (ACC) dan kedua jenis ternak tersebut memiliki persentase karkas lebih tinggi dibanding sapi peranakan Ongole (PO), berturut-turut adalah 53,26 %, 51,27% dan 46,9 % (Yosita dkk., 2012). Persentasi karkas sapi Simental Ongole (SIMPO) lebih tinggi dibanding sapi peranakan Ongole, berturut-turut 51,18% dan 49,40%, demikian juga karkas yield atau persentase daging yaitu: 81,80 dan 81,31 berturut-turut (de Carvalho dkk., 2010). Persentase karkas Brahman cross adalah 51,99% dengan karkas yield sebanyak 63,18% (Kuswati dkk., 2022). Persentase karkas dan karkas yield kambing kacang berturut-turut adalah 37,50% dan 60%, kambing peranakan Ettawah (PE) adalah 40,39% dan 62%, sementara untuk kambing Kejobong 44,69% dan 63,33% (Sumardianto dkk., 2013).

Ternak babi mempunyai persentase karkas yang lebih tinggi dibanding sapi dan kambing. Hal ini disebabkan karena pada karkas babi bagian kepala, kaki dan kulit terhitung sebagai karkas. Persentase karkas babi dari beberapa jenis ternak babi telah

dilaporkan sebagai berikut: Landrace berkisar 70,33% – 77,39% (Suryani dkk., 2021), babi Duroc sebesar 76,02% (Aritonang dkk., 2011), babi lokal papua 71,78% - 76,74% (Sangkek dkk., 2021).

Secara umum kita ketahui bahwa otot adalah daging. Namun secara fisiologi terdapat beberapa perubahan yang menyebabkan otot berubah menjadi daging, untuk memahami perubahan otot menjadi daging terlebih dahulu harus dipahami srtuktur/ histologi otot.

9.3 Histologi Otot

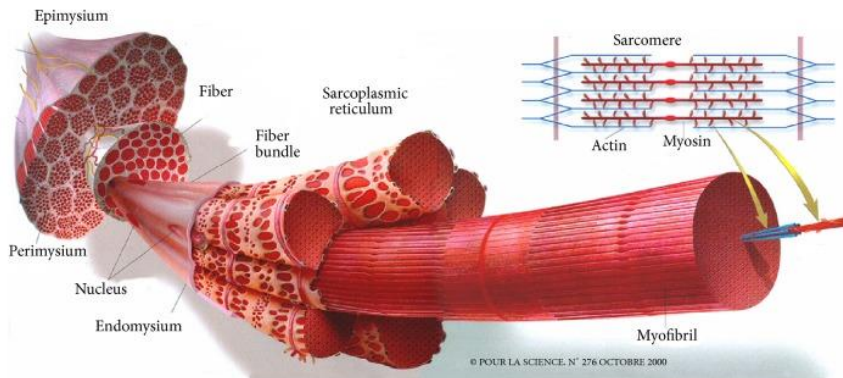
Otot tersusun oleh tiga komponen utama yaitu: jaringan otot (*muscle tissue*) sekitar \pm 90% dan sisanya sekitar 10% adalah jaringan ikat (*connective tissue*) dan jaringan lemak (*adipose tissue*). Ketiga komponen tersebut menentukan berbagai dimensi kualitas daging tetapi pada tingkat yang berbeda-beda bergantung pada spesies, jenis otot, dan teknik pemrosesan daging pasca penyembelihan (Listrat dkk., 2016).

Jaringan ikat ada yang larut karena panas (*heat-soluble*) dan ada yang tidak larut walaupun terkena panas (*heat insoluble*). Pada daging mentah, kolagen sangat elastis, namun, saat dimasak, kolagen akan menyusut karena panas bahkan dapat menyusut hingga seperempat panjangnya. Jika kolagen terikat oleh ikatan silang yang larut dalam panas (*heat-soluble*), protein dapat larut dari daging dan tidak akan mempengaruhi kekerasan (*toughnes*) daging, namun jika kolagen berikatan dengan jaringan ikat yang stabil (*heat insoluble*) maka matriks kolagen akan mengalami

penyusutan/shrink dan menjadi lebih kuat mengakibatkan daging menjadi keras (Astruc, 2014).

Seiring bertambahnya umur ternak, jaringan ikat yang stabil (*heat insoluble*) meningkat, maka daging menjadi lebih keras. Daging dari ternak yang lebih tua biasanya lebih keras dibandingkan daging dari ternak yang lebih muda dan fenomena ini terutama disebabkan oleh peningkatan proporsi atau persentase ikatan silang kolagen dalam bentuk stabil terhadap panas. Selain itu, molekul kolagen dalam daging sebagian besar berbentuk tipe I dan tipe III. Beberapa bukti menunjukkan bahwa semakin tinggi persentase kolagen tipe III dalam matriks, semakin keras dagingnya, namun hasilnya bervariasi. Kolagen tipe II berdiameter lebih kecil dan mengandung lebih banyak ikatan disulfida serta lebih banyak ikatan silang turunan lisin yang diharapkan lebih tahan terhadap denaturasi akibat pemanasan (Miller, 2004).

Jaringan ikat pada otot rangka terbagi ke dalam endomisium, perimisium, dan epimisium dan ketiga jaringan tersebut saling terikat (*interconnected structures*). Endomisium merupakan jaringan ikat yang mengelilingi setiap serat otot, sedangkan perimysium adalah jaringan ikat yang mengelilingi kumpulan serat otot (*bundles of muscle fibers*), dan epimisium yang mengelilingi otot secara keseluruhan (Astruc, 2014). Otot skeletal terpaut secara langsung maupun tidak langsung pada tulang, beberapa diantaranya pertamanya terpaut pada ligament, fascia, tulang rawan (*cartilage*). Bentuk serabut-serabut otot skeletal mamalia dan unggas adalah panjang, tidak bercabang, sel-selnya berbentuk seperti benang dan agak meruncing pada kedua bagian ujungnya (Gambar 9.1.).



Gambar 9. 1. Susunan serabut otot skeletal.

Sumber: Andersen dkk., 2000

Endomisium yang mengelilingi sarcolemma (*plasma membrane*) tersusun oleh sedikit serabut collagen dan banyak serabut retikulin. Perimisium mengikat beberapa bundels otot. yang terletak diantara fasikuli (ikatan serabut otot). Perimisium tersusun oleh serabut-serabut collagen. Epimisium yang terdapat disekeliling otot, tersusun oleh collagen, retikulin dan elastin (Astruc, 2014).

Serabut-serabut collagen terutama mengandung protein collagen yang berwarna putih, dan bersifat terhidrolisis oleh panas, banyak terdapat pada tendon (jaringan ikat yang menghubungkan daging dan tulang). Protein collagen yang terbanyak pada tubuh ternak dan sangat mempengaruhi keempukan daging. Kebanyakan pada ternak mamalia terdapat 20 – 25% protein collagen dari total protein tubuh. Pada prinsipnya collagen adalah protein struktural dari jaringan ikat dan komponen utama dari tendon dan ligamen – ligamen dan sedikit terdapat pada tulang dan kartilago. Pada otot-otot kaki mengandung lebih banyak collagen dibanding otot-otot pada spinal column. Oleh karena itu otot-otot pada kaki kurang empuk dibanding otot-otot pada *spinal colum*.

Komponen utama dari serabut elastin adalah protein elastin. Protein ini berwarna kuning dan tidak terdegradasi oleh panas. Kehadirannya tidak terlalu mempengaruhi kualitas daging karena hanya terdapat dalam jumlah kecil. Serabut retikulin mengandung protein retikulin dan mempunyai karakteristik mirip kolagen. Protein ini mempunyai sifat yang sama dengan elastin yaitu tidak terhidrolisa oleh panas. Protein retikulin terdapat dalam dinding sel (Gault, 1992)

Jaringan lemak yang terdapat pada daging dibedakan menurut lokasinya. Lemak subkutan terletak dipermukaan luar jaringan otot, langsung di bawah permukaan kulit. Jaringan intermuscular yaitu jaringan lemak yang berada diantara serabut otot. Lemak intracelluler/ intramuscular/ marbling atau kepualaman lemak yang terdapat di dalam sel (Judge dkk., 1989).

9.4 Otot menjadi Daging

Pada saat ternak disembelih dan ternak dinyatakan mati, otot tidak secara langsung berubah menjadi daging, otot skeletal tetap bergerak, beraktivitas dan masih mengalami perenggangan (*reversibel*) sampai rigor mortis atau *death stiffening* tercapai. Proses terjadinya rigor meliputi 4 fase yaitu: *Delay phase*, *onset phase*, *completion phase* dan *resolution phase*.

Perubahan-perubahan postmortem pada otot dimulai pada saat proses pengeluaran darah (*exsanguination*). Setelah *exsanguination* ketersediaan oksigen makin berkurang, proses aerobik melalui siklus TCA (*tricarboxylic acid*) tidak berfungsi lagi, metabolisme energi anaerobik mulai terjadi. Setelah ternak mati, ATP (*adenosine triphosphat*) terus menyediakan energi untuk seluruh

fungsi otot dalam suatu periode waktu tertentu. Kontraksi otot juga memerlukan oksigen. Jika otot bekerja dengan lambat dan oksigen tersedia dalam jumlah yang cukup, maka kebutuhan energi yang diperlukan untuk mensuplai oksigen dapat terpenuhi. Tetapi, jika otot berkontraksi dengan cepat ketersediaan oksigen menjadi tidak cukup untuk mensupport resintesa ATP melalui metabolisme aerobik. Pada kondisi dimana ketersediaan oksigen berkurang, metabolisme anaerobic dapat mensuplai energi dalam jangka waktu yang singkat. Ciri utama dari metabolisme anaerobic adalah terjadinya akumulasi asam laktat. Akumulasi asam laktat dalam otot akan menurunkan pH ($< 6,0-6,5$). Pada ternak yang telah disembelih asam laktat tetap tinggal diserabut-saerabut otot dan konsentrasinya terus meningkat selama metabolisme berjalan. Asam laktat terus terakumulasi sampai glikogen habis atau sampai pH jaringan menjadi rendah sehingga ensim-ensim yang bekerja untuk glikolisis menjadi tidak aktif (Judge et al., 1989).

ATP yang masih terdapat di otot dan dengan bantuan Magnesium (Mg), otot masih dalam keadaan rileks, karena magnesium dapat menghambat kalsium (Ca) untuk mencegah terbentuknya jembatan silang antara miofilamen tebal (myosin) dan miofilamen tipis (actin), Keadaan ini disebut fase penundaan (*Delay phase*) (Jeacocke, 1993). Pada saat ketersediaan ATP berkurang bahkan habis karena hampir semua kreatin fosfat (CP) telah digunakan, sehingga ADP tidak dapat lagi difosforilasi menjadi ATP. Pada saat ini akan terbentuk jembatan ikatan antara miofilamen tebal dan tipis dan semakin lama ikatan ini akan semakin kuat dan otot kehilangan kemampuan ekstensibilitasnya (*inextensible and stiff*). Fase ini disebut fase Onset/ fase cepat (*Onset/ fast phase*). Pada saat semua kreatin fosfat (CP) telah habis dan otot

tidak memiliki cara untuk meregenerasi ATP maka maka tercapailah rigor mortis sempurna/ *Completion phase*.

Pada otot terdapat enzim-enzim proteolitik seperti calpains, cathepsin dan aminopeptidase, (Kuwahara dan Osako, 2003). Enzim-enzim akan melisis jaringan jaringan daging yang tersusun dari protein yang menyebabkan otot empuk/lunak/*soft*, fase ini disebut fase resolusi (*resolution phase*). Pada saat inilah otot berubah menjadi daging sehingga dapat dikatakan bahwa daging adalah otot yang telah mengalami perubahan biokimia sejak ternak dipotong sampai mencapai rigor mortis.

Pengetahuan mengenai perubahan otot menjadi daging perlu diketahui karena pencapaian *rigor mortis* merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kualitas daging yang akan dikonsumsi. Kualitas daging maupun produk olahannya diukur dengan melihat penampakan fisik seperti: warna, aroma, rasa, keempukan dan pH. Kualitas daging juga diukur berdasarkan kandungan nutrisinya seperti kandungan air, protein, lemak, mineral dan vitamin. Jumlah mikroba yang terkandung didalamnya juga dapat dijadikan indikator kualitas daging segar serta produk olahannya.

9.5 Sifat Fisik Daging

Warna daging segar pada umumnya adalah merah segar. Warna ini timbul karena adanya reaksi antara mioglobin dan oksigen menjadi oksimioglobin. Pigmen mioglobin sendiri adalah berwarna ungu. Mioglobin (mb) adalah pigmen yang memegang peranan utama 80-90% pada warna daging. Pigmen lainnya yang ikut berperan dalam menentukan warna daging adalah pigmen

darah hemoglobin (hb), pigmen Catalase dan ensim-ensim cytochrome (Judge dkk., 1989).

Jumlah mioglobin yang terdapat dalam daging berbeda-beda diantara spesies ternak yang menyebabkan adanya perbedaan warna diantara dagingnya. Daging sapi (beef) berwarna cerah (merah seperti buah ceri), daging kuda (*horse*) berwarna merah gelap, daging domba (*lamb*) berwarna merah muda- merah bata, daging babi (*pork*) berwarna merah muda keabu-abuan dan daging unggas berwarna abu-abu –putih sampai merah gelap. Jika dimasak daging babi menjadi lebih putih sedangkan daging lainnya menjadi lebih gelap (Gracey and Collins, 1992).

Pada umumnya, aroma dan rasa/*taste* dikenal sebagai flavor atau citarasa. Aroma dan rasa dari pangan diidentifikasi oleh “olfaction” (indra penciuman) dan distimulasi oleh senyawa-senyawa yang bersifat menguap/*volatile*. Aroma muncul karena distimulasi oleh senyawa – senyawa yang larut dalam air, seperti asam-asam amino bebas (*free amino acids*) dan senyawa-senyawa yang berhubungan dengan ATP (*ATP-related compounds*) (Ichimura dkk., 2017). Lemak merupakan sumber flavor spesifik pada daging (Anandh dan Lakshmanan, 2014).

Pada daging mentah, komponen-komponen yang mempengaruhi flavor daging adalah jumlah dan komposisi lemak dalam daging (Calkins dan Hodgen, 2007) dan fosfolipid menjadi penentu utama flavor pada daging yang dimasak (Gandemer, 1997). Karena dalam fosfolipid terdapat asam-asam lemak tidak jenuh (*poly unsaturated fatty acids/PUFA*) yang mudah teroksidasi selama pemasakan. Komposisi asam lemak total pada otot longissimus, termasuk jenis lemak lainnya terdapat pada perimisium (Wood

dkk., 2003). Rasa/ taste daging dipengaruhi oleh komponen-komponen yang larut dalam air (*water soluble*), senyawa-senyawa nitrogen dan berbagai jenis mineral yang terkandung dalam sarkoplasma (Ichimura dkk, 2017). Nishimura dkk (1998) melaporkan bahwa senyawa-senyawa non protein juga mempengaruhi rasa suatu pangan. Lemak merupakan salah satu precursor dari flavor yang berkombinasi dengan asam-asam amino dari protein dan komponen lainnya pada saat dipanasi. Pada saat lemak meleleh, komponen-komponen flavor terlepas (Dinh and Nath., 2006). Selama pemanasan, serabut collagen menyusut/*shrink* dan menyebabkan collagen terdenaturasi. Denaturasi dan penyusutan serabut-serabut collagen terjadi pada pemanasan daging sapi suhu 50 °C – 60 °C yang menyebabkan kekuatan ikatan jaringan perimisium menurun sehingga keempukan meningkat (Christensen dkk., 2000; Lepetit, 2008). Pada suhu 50 °C -65 °C terbentuk gel sebagai akibat agregasi protein – protein sarcoplasma yang melekatkan (*gluing*) serabut otot dan bundle serabut otot yang menyebabkan elastisitas daging meningkat. Namun, pada suhu diatas 65 °C elastisitas daging terus meningkat, sehingga terbentuk lebih banyak komponen – komponen yang lebih padat sehingga daging menjadi lebih alot (Tornberg, 2005).

pH ultimate (pHu) atau pH akhir daging sangat mempengaruhi kualitas daging terutama warna dan keempukan (*tenderness*). Daging yang baik mempunyai nilai pH akhir pada kisaran 5,4–5,6. pHu yang tinggi 6,10 berpengaruh pada terbentuknya *dark cutting beef* (DCB) pada daging sapi, dimana daging sapi berwarna gelap (Jankowiak dkk., 2021). Secara umum nilai pHu berhubungan dengan DIA (daya ikat air), *drip loss* (kehilangan jus daging) dan warna daging. Nilai pHu yang rendah menyebabkan rendahnya

DIA dan makin banyak juice daging yang hilang (*drip loss*), warna daging pucat yang umum dikenal dengan istilah *Pale, soft exudative* (PSE). Keadaan terjadi sebaliknya jika nilai pHu tinggi, maka DIA juga tinggi sehingga protein oat mengikat air dengan kuat, daging menjadi kering dan warna daging gelap, yang menghasilkan daging kering, alot dan berwarna gelap yang umum dikenal dengan istilah *Dark Firm Dry* (DFD)(Cazedey dkk., 2016).

9.6 Sifat Kimia Daging

Komposisi kimia daging menentukan kualitas nutrisi daging. Pada umumnya secara kimia daging mengandung air sebanyak 75%, protein 19%, lemak 2.5%, sedikit karbohidrat 1,2%, komponen-komponen nitrogen sebanyak 1,65% serta sejumlah komponen mineral seperti: Kalsium (Ca), Fosfor (P), Natrium/sodium, Kalium/potassium, Chlorine, Magnesium (Mg), Ferrum (Fe), Copper (Cu), zinc (Zn) (Lawrie and Ledward, 2006).

Air merupakan komponen terbesar yaitu 75% dari berat daging, terdapat dalam daging dalam 3 bentuk. Pertama air yang terikat secara kuat oleh molekul-molekul protein dan sangat sulit untuk terlepas. Kedua adalah air yang terikat agak lemah dan ketiga adalah molekul-molekul air yang terdapat sebagai air bebas.

Kandungan protein dalam daging terhitung $\pm 19\%$. Dilihat dari kelarutannya (*solubility*) protein yang terdapat dalam daging terbagi atas 3 bentuk yaitu: protein yang paling larut (*most soluble*) adalah protein sarcoplasma terutama ensim-ensim glikolitik. Bentuk kedua adalah protein miofibril yang larut dalam larutan garam kuat. Bentuk yang ketiga adalah protein jaringan ikat yang tidak dapat larut dan kebanyakan terdiri dari kolagen.

Kandungan protein ini berbeda-beda diantara otot, otot yang berada pada daerah punggung seperti otot major hanya mengandung 1% jaringan ikat sedangkan otot pada daerah paha mengandung jaringan ikat lebih banyak yaitu sampai 20%. Oleh karena itu otot-otot pada bagian punggung lebih empuk dibanding otot pada bagian paha (Cozzolino dan Murray, 2004).

Daging memiliki kualitas protein yang tinggi (*high biological value*) karena mengandung asam-asam amino esensial yang lengkap dan seimbang dan sangat dibutuhkan oleh tubuh. Protein daging mudah dicerna (*highly digestible*) dan mudah diserap (*easy absorbable*).

Asam-asam amino esensial adalah asam-asam amino yang sangat dibutuhkan oleh tubuh namun tidak dapat dibentuk didalam tubuh, oleh karena itu harus dipenuhi dari makanan. Asam-asam amino esensial yang terdapat didalam daging sapi segar adalah isoleusin, leusin, lisin, methionin, sistin, fenilalanin, treonin, triptopan, valin arganin dan histidin (Komariah, 2005). Dibandingkan dengan daging domba dan babi, daging sapi memiliki kandungan valin, lisin, dan leusin yang lebih tinggi. Proporsi asam -asam amino berbeda beda diantara ras, umur ternak, dan lokasi otot. Kandungan valin, isoleusin, fenilalanin, arginin dan metionin dalam daging meningkat seiring bertambahnya umur ternak (Sakomura dkk., 2015)

Selain kaya kandungan asam-asam amino esensial, daging juga mengandung asam-asam lemak tak jenuh ikatan rangkap (*polyunsaturated fatty acids*), namun kandungannya yang tinggi menyebabkan daging mudah teroksidasi yang menyebabkan risiko terjadinya oksidasi lemak tinggi (Maltin dkk., 1997).

Secara fisik lemak yang terdapat dalam daging/ karkas terdiri atas 3 golongan. Pertama adalah lemak yang berada pada permukaan daging/ otot (lemak subkutan), lemak yang terdapat diantara serabut otot (intermuscular) dan lemak yang berada didalam serabut-serabut otot (intramuscular/ marbling/kepualaman).

Secara kimia lemak yang terdapat dalam daging terdiri dari trigliserida, fosfolipida, kolesterol dan vitamin-vitamin yang larut dalam lemak. Trigliserida dan fosfolipida merupakan sumber energi untuk aktivitas sehari-hari. Sedangkan kolesterol berfungsi untuk menyusun empedu, darah, jaringan otak, serat saraf, hati, ginjal, kelenjar adrenalin, membentuk hormon testoteron, progesteron, estrogen dan cortisol (Murtidjo, 2003).

T trigliserida yang merupakan ester dari tiga rantai asam lemak dan alkohol gliserin. Dalam tubuh trigliserida akan dirombak menjadi asam-asam lemak dan gliserol. Dalam daging asam-asam lemak berada dalam bentuk jenuh (*saturated*) dan tidak jenuh (*unsaturated*). Kandungan asam lemak jenuh pada daging domba paling tinggi yaitu sekitar 58%, daging sapi 54%, daging babi 45% dan daging ayam 33%. Pada semua jenis daging kandungan asam-asam lemak paling banyak adalah asam oleic yaitu asam lemak tidak jenuh dengan rantai tunggal dengan ikatan rangkap, namun asam-asam lemak jenuh yang paling tinggi proporsinya termasuk asam Palmitic dan stearic (Judge dkk., 1989). Kusus untuk daging ayam kandungan asam lemaknya adalah asam lemak tidak jenuh ganda: oleat dan linoleat (Murtidjo, 2003).

Mineral terbagi atas 2 kelompok yaitu mineral makro yang dibutuhkan oleh tubuh dalam jumlah yang lebih besar seperti natrium/sodium (Na), kalsium (Ca), fosfor (P), magnesium (MG), kalium klorida dan belerang/Sulfur (S), sedangkan mineral mikro

mengacu pada mineral yang dibutuhkan dalam jumlah lebih kecil seperti: besi (Fe), Zinc (Zn), yodium (I), tembaga/ Cuprum (Cu), kobalt (Co), mangan (Mn), selenium (Se) dan fluorida (F) (Soetan dkk., 2010).

Vitamin umumnya diklasifikasikan menjadi dua kelompok yaitu; vitamin larut air (*water soluble vitamins*) dan vitamin larut lemak (*fat soluble vitamins*). Vitamin yang larut dalam air adalah vitamin B kompleks (tiamin (B1), riboflavin (B2), asam nikotinat/niacin, kolin, biotin (B7), asam folat (B9), Piridoksin (B6) dan Kobalamin (B12) dan vitamin C. Vitamin yang larut dalam lemak termasuk vitamin A, vitamin D dan vitamin K (Hasan dkk., 2012).

Pada daging sapi vitamin B yang paling banyak adalah Piridoksin (B6) dan Kobalamin (B12), pada daging babi adalah Thiamin (t B1) dan pada daging ayam Piridoksin (B6) dan Niacin (Vit B). Daging miskin akan vitamin C (Judge et al., 1989).

Daging merupakan sumber karbohidrat yang miskin. Kandungan karbohidrat dalam daging adalah < 1% dari berat daging. Karbohidrat pada daging berada dalam bentuk glikogen dan asam laktat (Judge et al., 1989).

9.7. Mikroba pada Daging

Daging mengandung nilai nutrisi yang tinggi sehingga dapat digunakan sebagai makanan oleh mikroorganisma untuk menunjang pertumbuhannya. Disamping itu kandungan air yang tinggi dalam daging merupakan media yang baik untuk pertumbuhan mikroorngnisma. Mikroorganisme yang terdapat

dalam pangan dapat diklasifikasikan menjadi mikroorganisme patogen dan mikroorganisme pembusuk (Narashima dkk., 1998).

Bakteri patogen gram negatif umumnya menghasilkan endotoksin, sedangkan bakteri patogen gram positif umumnya menghasilkan eksotoksin. Endotoksin merupakan lipo polisakarida, sedangkan eksotoksin terutama protein dan enzim-enzim yang diproduksi melalui aktivitas metabolisme di dalam tubuh bakteri itu sendiri. Daging dan produk daging dapat rusak akibat banyaknya bakteri pembusuk seperti *Pseudomonas* spp. atau *Brochothrix thermosphacta* yang menyebabkan terbentuknya lendir, gas, perubahan warna dan rasa tidak enak tetapi tidak mengandung racun. Patogen mampu menghasilkan salah satu dari dua yang berbeda jenis toksin yang dapat membahayakan manusia (Azad dkk., 2022).

Selain kandungan nutrisi daging, ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi pertumbuhan bakteri seperti temperatur, oksigen, aktivitas air (a_w) dan pH. Temperatur optimum untuk pertumbuhan bakteri adalah 20 – 40 °C. Namun ada bakteri-bakteri yang dapat berkembangbiak pada suhu dibawah dan diatas suhu optimum. Berdasarkan kemampuan berkembangbiak pada range temperatur tertentu bakteri dapat dibagi menjadi 3 kelompok yaitu: mesophiles, thermophiles dan psychrotrophs.

Bakteri yang termasuk kelompok mesophilic adalah bakteri-bakteri yang dapat hidup pada range temperatur 27- 32°C. Contoh dari kelompok bakteri ini adalah bakteri-bakteri yang menyebabkan keracunan pada makanan seperti *Salmonella* dan *Staphylococcus*. Bakteri yang menyebabkan kebusukan daging seperti *Pseudomonas* termasuk psychrotrophs. Kelompok psychrotrophs (Psikrofil) dapat

berkembangbiak dengan baik pada suhu 16 – 32°C tapi pada suhu dingin 0°C kelompok bakteri ini juga dapat berkembangbiak. Kelompok thermophiles adalah kelompok bakteri yang dapat hidup disuhu yang tinggi yaitu antara 43 – 71°C (Sentance, 1991).

Bakteri dapat juga dikelompokkan berdasarkan kebutuhan oksigennya. Ada bakteri yang dapat hidup jika ada oksigen (O₂) (aerobic), ada bakteri yang dapat hidup walaupun tanpa oksigen (O₂) (anaerobic) dan ada bakteri yang dapat hidup dengan atau tanpa oksigen (*facultative anaerobs*). Contoh bakteri aerobic adalah Pseudomonas. Bakteri yang dapat menyebabkan kebusukan pada daging. Clostridium adalah contoh bakteri anaerobic dan Lactobacillus termasuk kelompok facultative anaerobs.

Bakteri juga memerlukan air untuk dapat bertumbuh dan kebutuhan tersebut diukur dengan aktivitas air (water activity) a_w . Aw daging segar $\geq 0,99$. Pada $a_w < 0,90-0,92$ pertumbuhan bakteri, termasuk bakteri patogen dapat dihambat, kecuali *Staphylococcus aureus* yang dapat tumbuh pada a_w 0,86. Pada pangan dengan $a_w < 0,85$ biasanya jarang rusak karena bakteri, kecuali bakteri halofilik sedang dan ekstrim. Salmonella dapat hidup pada a_w 0,94. Ragi dan kapang lebih toleran terhadap penurunan a_w , namun biasanya tidak ada pertumbuhan di bawah a_w 0,62 (Lopez-Malo dan Alzamora, 2015). Untuk mengurangi aktivitas air dapat dilakukan dengan cara menambahkan garam. Namun demikian bakteri Staphylococcus dan Listeria masih tetap bertumbuh pada konsentrasi garam yang tinggi sehingga dapat toleran terhadap a_w yang rendah (Sentance, 1991).

Kebanyakan bakteri dapat tumbuh antara pH 4-8 dengan pH optimum 7. Dibawah pH 6 pertumbuhan beberapa bakteri dapat ditekan. Namun pada daging segar yang dikemas vakum bakteri tertentu dapat bertumbuh pada pH dibawah 6 yang menyebabkan permukaan daging berwarna kehijau-hijauan. Warna kehijauan-hijauan ini disebabkan oleh H_2S (*hydrogen sulfida*) yang dihasilkan oleh bakteri kemudian bereaksi dengan metmyoglobin yang menghasilkan sulphmyoglobin yang berwarna kehijau-hijauan. Daging yang berwarna kehijauan-hijauan ini kadang-kadang diikuti dengan bau seperti telur busuk (*rotten egg smell*) (Johnson, 1991).

Contoh bakteri yang dapat mengkontaminasi daging adalah *Salmonella*, *Campylobacter*, *Clostridium* dan *Escherichia coli*. *Salmonella* adalah bakteri yang ditemukan pada feses ternak. Bakteri ini dapat menyebabkan keracunan makanan dan penyakit yang ditimbulkan disebut salmonellosis. Tanda-tanda penyakit ini adalah sakit perut, diare, demam, dingin atau sakit kepala. *Campylobacter* adalah bakteri pathogen yang biasanya terdapat pada daging ayam dan susu segar. Kontaminasi bakteri ini dapat menyebabkan diare. *Clostridium* adalah bakteri yang berbentuk spora dan sporanya sangat tahan terhadap panas. Temperatur yang sangat tinggi dapat membunuh sporanya dan menekan pertumbuhannya. Bakteri ini termasuk bakteri anaerob. Bakteri ini dapat mengkontaminasi makanan yang telah dipanaskan kemudian disimpan dingin dan dipanaskan kembali. Ada dua jenis spesies bakteri ini yang berhubungan dengan makanan yaitu: *Clostridium perfringens* yang menyebabkan diare dan sakit perut, dan *Clostridium botulinum* yang menyebabkan penyakit botulism yaitu kejang-kejang yang dapat berakibat fatal.

Escherichia coli jenis bakteri ini tidak terlalu berbahaya, karena bakteri ini hidup didalam usus manusia yang sehat dan membantu fungsi pencernaan. E coli dapat menekan pertumbuhan bakteri yang berbahaya dan membantu mensintesa vitamin. Tetapi ada strain *Enterohaemrrhagic E. coli* (EHEC) menghasilkan sat kimia yang disebut racun Shiga. Racun ini dapat menyebabkan diare, diare berdarah and haemolytic-uraemic syndrome (HUS). HUS menyerang anak-anak dibawah umur 5 tahun.

Batas cemaran bakteri (ALT) pada daging segar adalah 1×10^6 koloni/g, *Salmonella sp* dan *Campylobacter sp* masing -masing adalah negative/ 25 g, Coliform dan *Staphylococcus aureus* masing masing maksimal 1×10^2 koloni/g dan *Escherichia coli* maksimal 1×10^1 koloni/g (BSNI, 2009).

DAFTAR PUSTAKA

- Anandh M.A and V. Lakshmanan. 2014. Storage stability of smoked buffalo rumen meat product treated with ginger extract. *J. Food Sci. Technol.* 51: 1191–1196
- Andersen, J., Schjerling, P. and Saltin, B. 2000 “Dossier: sport et muscle—muscle, genes et performances,” ` Pour la Science, vol.276.
- Aritonang, S.N. Pinem, J. dan Tarigan, S. 2011. Pendugaan Bobot Karkas, Persentase Karkas dan Tebal Lemak Punggung Babi Duroc Jantan Berdasarkan Umur Ternak. *Jurnal Peternakan Indonesia* 13 (2): 120-124.
<https://media.neliti.com/media/publications/196732>
- Astruc, T. 2014 Connective tissue: structure, function, and influence on meat quality. Editor(s): Michael Dikeman, *Encyclopedia of Meat Sciences* (Third Edition), Elsevier, Pages 641-651,
<https://doi.org/10.1016/B978-0-323-85125-1.00106-X>.
(<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B978032385125100106X>)
- Azad, M.A.K., Rahman, M. dan Hashem, Md Abul. 2022. Meat microbiota: A conceptual review. *Meat Research.* 2. 45. DOI: 10.55002/mr.2.3.20
- Badan Standar Nasional Indonesia. 2008. Mutu Karkas dan Daging Sapi. SNI 3932:2008.
- Badan Standar Nasional Indonesia. 2009. Batas Maksimum Cemaran Mikroba dalam Pangan. SNI 7388:2009.
- Calkins, C.R.and J.M. Hodgen. 2007. A fresh look at meat flavor. *Meat Sci.* 77 (1):63-80

- Cazedey, H.P., Fontes, P.R. dan Ramos, E. 2016. Comparison of different criteria used to categorize technological quality of pork. *Ciência Rural* 46:2241–2248. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20160013>
- Christensen M, P.P. Purslow and L.M. Larsen. 2000. The effect of cooking temperature on mechanical properties of whole meat, single muscle fibres and perimysial connective tissue. *Meat Sci* 55:301–7.
- Cozzolino, D. dan Murray, I. 2004. Identification of animal meat muscles by visible and near infrared reflectance spectroscopy. *LWT-Food Science and Technology*, 37(4), 447–452. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2003.10.013>
- de Carvalho M.D., Soeparno, Ngadiyono, N. 2010. Pertumbuhan dan Produksi Karkas Sapi Peranakan Ongole dan Simmental Peranakan Ongole Jantan Yang Dipelihara Secara Feedlot *Buletin Peternakan* Vol. 34(1): 38-46.
- Dinh, T and Nhat, T. 2006. Meat quality: understanding of meat tenderness and influence of fat content on meat flavor. *J. Food Sci. Technol.* 9(12): 65–70
- Gandemer, G. 1997. Phospholipides, lipolyse, oxydation et flaveur des produits carne's. *OCL*, 4, 1–7.
- Gault, N.F.S. 1992. Structural aspects of raw meat. Pp. 79-105. In: Johnston, D.E., M.K. Knight and D.A. Ledward (Eds), *The Chemistry of Muscle-Based Foods*, Royal Society of Chemistry- British.
- Gracey, J.F. dan Collins, D.S. 1992. *Meat Hygiene*. Ninth Edition. Bailliere – Tindall.

- Hassan, A., Sandanger, T.M. dan Brustad, M. 2012. Selected vitamins and essential elements in meat from semi-domesticated reindeer (*Rangifer tarandus tarandus* L.) in mid- and northern Norway: Geographical variations and effect of animal population density. *Nutrients*. 4(7):724-739.
- Ichimura S, Nakamura Y, Yoshida Y dan Hattori A. 2017. Hypoxanthine enhances the cured meat taste. *Anim Sci J*. 88(2): 379–385. doi: 10.1111/asj.12625
- Jankowiak, H., Cebulska A dan Bocian M. 2021. The relationship between acidification (pH) and meat quality traits of polish white breed pigs. *European Food Research and Technology*, 247:2813–2820. <https://doi.org/10.1007/s00217-021-03837-4>
- Jeacocke, R.E. 1993. The concentrations of free Magnesium and free Calcium ions both increase in skeletal muscle fibres entering rigor mortis. *Meat Science* 35 (1993) 27-45
- Johnson.B.Y. 1991. Colour of Chilled Meat. The Production of Chilled Meat for Export- Workshop Proceedings, CSIRO – Australia. P.27.
- Judge, M., Aberle, E., Forrest, J., Hedrick. H. and Merkel, E. 1989. Principles of Meat Science, Second Edition. Kendall/Hunt Publishing Company
- Kementerian Pertanian. 2010. Peraturan Menteri Pertanian Republik Indonesia Nomor 13/Permentan/OT.140/1/2010 Tentang Persyaratan Rumah Potong Hewan Ruminansia Dan Unit Penanganan Daging (Meat Cutting Plant)
- Komariah, Surajuddin, D. Purnomo. 2005. Aneka Olahan Daging Sapi. Jakarta: Agromedia Pustaka.

- Kuwahara, K. dan Osako, K. 2003. Effect of sodium gluconate on gel formation of Japanese common squid muscle. *NIPPON Suisan Gakkaishi* 69:637–642.
<https://doi.org/10.2331/suisan.69.637>
- Kuswati., Muhaimin A., Septian WA. dan Susilawati T. 2022. Carcass and wholesale cut production of Brahman cross (bx) heifer. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Ternak (JITEK)* Vol. 17 No. 3: 207-215. DOI : 10.21776/ub.jitek.2022.017.03.7
- Lawrie , R. A and D.A. Ledward. 2006. *Lawrie's Meat Science*. 7th ed. Woodhead Publishing; Cambridge, England.
- Lepetit J. 2008. Collagen contribution to meat toughness: theoretical aspects. *Meat Sci.* 80(4): 960–967. doi: 10.1016/j.meatsci.2008.06.016.
- Listrat, A., Lebret, B., Louveau, I., Astruc, T., Bonnet, M., Lefaucheur, L., Picard, B. dan Bugeon, J. 2016. How Muscle Structure and Composition Influence Meat and Flesh Quality. *The scientific world journal*.;2016:3182746. DOI: 10.1155/2016/3182746.
- López-Malo, A., Alzamora, S.M. 2015. Water Activity and Microorganism Control: Past and Future. In: Gutiérrez-López, G., Alamilla-Beltrán, L., del Pilar Buera, M., Welti-Chanes, J., Parada-Arias, E., Barbosa-Cánovas, G. (eds) *Water Stress in Biological, Chemical, Pharmaceutical and Food Systems*. Food Engineering Series. Springer, New York, NY.
https://doi.org/10.1007/978-1-4939-2578-0_18.
- Maltin, C.A. Warkup, C.C., Matthews, K.R., Grant, C.M., Porter, A.D. dan Delday, M.I. 1997. "Pig muscle fibre characteristics as a source of variation in eating quality," *Meat Science*, 47(3-4): 237–248.

- Miller, R.K. 2004. Chemical And Physical Characteristics of Meat | Palatability. Editor(s): Werner Klinth Jensen, Encyclopedia of Meat Sciences, Elsevier: 256-266, <https://doi.org/10.1016/B012-464970-X/00116-1>.
(<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B012464970X001161>)
- Murtidjo, B.A. 2003. Pemotongan dan Penanganan Daging Ayam. Edisi I Kanisius- Yogyakarta
- Narashima, D.R., Nair, K.K.S. dan Sakhare, P.Z. 1998. Meat microbiology and spoilage in tropical countries. Chapter 7, Book (The Microbiology of Meat and Poultry). Pp-206-250.
- Nishimura T., Liu A., A. Hattori and K. Takahashi. 1998. Changes in mechanical strength of intramuscular connective tissue during postmortem aging of beef. J Anim Sci 76:528–532.
- Sakomura, N.K., Ekmay, R.D., Mei, S.J. dan Coon, C.N. 2015. Lysine, methionine, phenylalanine, arginine, valine, isoleucine, leucine, and threonine maintenance requirements of broiler breeders. Poultry Science. 94(11):2715-2721
- Sangkek, M. M., Lekitoo, M.N. dan Monim H. 2021. Evaluasi karkas dan kualitas fisik daging babi pada tempat usaha pemotongan ternak babi di Distrik Masni Kabupaten Manokwari. CASSOWARY. 4 (1):52-67
- Sentence, C.B. 1991. Growth of Bacteria and Spoilage of Meat. The Production of Chilled Meat for Export- Workshop Proceedings, CSIRO – Australia..P: 15.
- Soetan, K.O., Olaiya, C.O., Oyewole, O.E. 2010. The importance of mineral elements for humans, domestic animals and plants-a review. African Journal of Food Science. 4(5):200-222

- Sumardianto, T. A. P., Purbowati E. dan Masykuri. 2013. Karakteristik karkas kambing kacang, kambing peranakan ettawah, dan kambing kejobong jantan pada umur satu tahun. *Animal Agriculture Journal*, Vol. 2. No. 1: 176-182. <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/aaj>
- Suryani, N.N., Aryanta, I.M.S. dan Dodu T. 2021. Efisiensi pakan dan kualitas karkas babi yang mendapat suplementasi larutan daun kelor (*Moringa oleifera* Lam) dalam liquid feeding. *Jurnal Nukleus Peternakan*, Volume 8, No. 1:6-13.
- Tornberg, E. 2005. Effects of heat on meat proteins - Implications on structure and quality of meat products. *Meat Sci.* 70(3 SPEC. ISS), 493–508. <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2004.11.021>.
- Wood, J.D., R.I. Richardson., G.R. Nute., A.V Fisher., M.M. Campo., E. Kasapidou., P.R. Sheard and M.Enser. 2003. Effects of fatty acids on meat quality: A review. *Meat Sci.* 66, 21–32.
- Yosita, M., Santosa, U. dan Setyowati, E.Y. 2012. Persentase karkas, tebal lemak punggung dan indeks perdagingan sapi bali, peranakan ongole dan australian commercial cross. *Students E-Journal*1(1). Jurnal.unpad.ac.id/ejournal/article/view/887

BAB 10

SUSU SEBAGAI BAHAN PANGAN

Oleh Nancy Kiay

10.1 Pendahuluan

Berbagai macam nutrisi yang hampir sempurna yang terkandung dalam produk hewani yang dapat memenuhi kebutuhan nutrisi pada manusia, diantaranya susu yang berasal dari cairan hewan yang menyusui yaitu sapi perah, kambing perah, kuda, bahkan kerbau, tanpa menambahkan ataupun mengurangi bahan lainnya.

Salah satu pangan sempurna yaitu susu sebab memiliki semua nutrisi esensial yang diperlukan tubuh, seperti zat protein, at karbohidrat, lemak, mineral, vitamin, dan senyawa bioaktif. Tubuh dapat sepenuhnya mencerna dan menyerap zat-zat esensial ini, dengan 98% protein dan 99% lemak, serta laktosa (Muchidin, 1993). Susu akan mudah rusak dan tidak tahan lama di simpan jika tidak diberikan perlakuan khusus untuk mempertahankan mutunya. Secara fisik, susu tampak sebagai koloid kental, padatan berwarna putih atau kuning, tetapi tampak transparan ketika ada lapisan tipis pada permukaannya. Ketika lemak susu dipisahkan, susu tampak berwarna kebiruan. Jika susu segar dibiarkan pada suhu kamar selama beberapa waktu, lemak susu akan mengeras di permukaannya dan bakteri pembusuk yang ada di lingkungan

(udara) akan menginfeksi susu dan berkembang biak dengan cepat di dalam susu. Bakteri mengubah laktosa/laktosa menjadi asam, menyebabkan perubahan rasa asam pada susu, dan susu ini juga dianggap basi. Kontaminasi silang bakteri pada susu dapat berasal dari hewan ternak, udara, lingkungan, orang yang bekerja, dan peralatan yang digunakan.

Dalam kasus manusia, penyakit menular seperti tuberkulosis, difteri, dan tifus dapat dipicu karena kontaminasi mikroorganisme terhadap produk susu. sehingga, produk susu harus dirawat dengan sebaik mungkin sehingga tercapai kualitas yang baik sesuai ketentuan pemerintah. Untuk menjaga konsumen, Dinas Peternakan terus mengawasi peredaran susu dan kesehatan ternak perah. Mereka juga mengawasi bahan pakan ternak dan seluruh rantai produksi susu segar, termasuk pemasaran, pengolahan, transportasi dan pengantaran. sehingga, memahami sifat fisika-kimia dan mikrobiologi susu sangatlah penting. Karena faktor-faktor ini memiliki dampak yang signifikan terhadap kualitas dan nilai susu serta bagaimana limbah susu dibuang.

10.2 Konsep Teoritis

Manusia pada dasarnya adalah makhluk yang berusaha untuk bertahan hidup. Karena situasi ini, manusia tidak bisa lepas dari kebutuhan. Kebutuhan-kebutuhan ini mendorong manusia untuk melakukan sesuatu untuk dirinya sendiri. Kebutuhan adalah rangsangan kekuatan untuk melakukan sesuatu untuk mencapai tujuan.

Pemenuhan kebutuhan merupakan hal yang sangat penting bagi individu untuk hidup selaras dengan lingkungan. Karena kebutuhan berkaitan dengan aktivitas mengkonsumsi sesuatu, maka

orang dapat disebut sebagai konsumen. Konsumsi adalah kegiatan manusia mengurangi atau menghabiskan penggunaan barang dan jasa tertentu untuk memenuhi kebutuhan langsung.

Susu merupakan produk makanan alami yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat dari segala usia. Susu merupakan bahan pangan alami yang sangat kaya akan zat-zat gizi yang sangat penting bagi pertumbuhan dan perkembangan tubuh manusia (Winarno, 2016). Susu yang dikonsumsi oleh manusia biasanya diperoleh dari hewan-hewan piaraan seperti kambing, kerbau dan unta, namun susu sapi merupakan susu hewani yang paling banyak dikonsumsi oleh manusia. Rata-rata nilai gizi susu adalah 84-90% air, 10-16% padatan, 2,60-6,00% lemak, 2,80-4,00% protein, 4,50-5,20% laktosa, dan 0,60-0,80% mineral (Muchtadi, 2019).

Susu hewani mengandung laktosa atau gula susu, komponen gula yang penting. Kegunaannya dapat membantu mengasimilasi kalsium dan fosfor untuk membangun tulang dan nutrisi yang lebih baik di dalam tubuh (Muchtadi, 2019). Namun, kurangnya laktosa dan laktase dalam produk susu dapat menyebabkan intoleransi laktosa pada beberapa orang, yang menyebabkan reaksi seperti sakit perut, kembung, borborygmi, dan diare (Deng et al. Secara global, 70% populasi orang dewasa memiliki ekspresi enzim laktase yang terbatas dan, tergantung pada wilayah dan negara, perbedaan penyerapan laktosa cukup besar karena malabsorpsi dan intoleransi terhadap laktosa dari produk susu (Facioni et al. Oleh karena itu, solusi lain diperlukan untuk memastikan bahwa orang yang tidak toleran laktosa menerima komponen nutrisi yang sama dengan yang ditemukan dalam susu sapi dan produk susu hewani lainnya.

Dengan perkembangan fungsional dari bahan makanan, sekarang diakui bahwa produk hewani bukan satu-satunya sumber susu. Bahan-bahan yang berasal dari tumbuhan dapat dikembangkan sebagai bahan baku dasar untuk produksi susu, yang sering disebut sebagai susu nabati. Susu nabati biasanya diperoleh dari varietas tanaman kacang-kacangan yang telah diberi perlakuan panas (dipasteurisasi) untuk jangka waktu tertentu pada suhu rendah di bawah 100°C. Dalam penelitian ini, susu nabati mengacu pada sari buah yang diperoleh dari berbagai tanaman. Secara fisik, susu nabati tidak berbeda secara signifikan dengan susu hewani. Kekentalan susu nabati dan hewani kurang lebih setara tergantung pada kandungan lemaknya (Sentana et al. Namun, terdapat perbedaan warna dan rasa tergantung pada varietas tanaman yang digunakan. Susu hewani berwarna putih kebiruan, memiliki viskositas yang rendah, dan memiliki rasa yang manis (Muchtadi, 2019).

Susu nabati dengan cepat mendapatkan perhatian dalam skala global sebagai alternatif karena kekhawatiran tentang asupan susu, terutama di antara orang-orang yang tidak toleran terhadap laktosa (Kehinde et al. Oleh karena itu, artikel ini bertujuan untuk mengulas berbagai informasi tentang sifat fisik dan nilai gizi susu nabati dan membandingkannya dengan susu hewani. Selain itu, artikel ini juga bertujuan untuk mengukur dan mengulas manfaat dari susu nabati sehingga dapat digunakan sebagai alternatif susu hewani bagi tubuh manusia.

10.3 Susu Sapi Murni

"Susu" merupakan hasil dari proses pemerahan pada hewan menyusui. Bahan pangan tersebut dapat dijadikan bahan pangan yang sehat dikarenakan pada dasarnya tidak mengalami pengurangan atau penambahan komponen tertentu. Susu murni berasal dari hewan mamalia yang sehat dan higienis, seperti sapi atau kambing. Susu segar adalah susu murni yang tidak mengalami perlakuan tambahan, kecuali proses pendinginan untuk menjaga mutunya.

Bahan pangan susu sapi merupakan produk yang melimpah di pasaran yang lebih mudah ditemui daripada jenis susu hewani lainnya. Meskipun harganya relatif terjangkau, susu sapi mengandung banyak manfaat dan kegunaan bagi kesehatan tubuh. Susu sapi memiliki berbagai nutrisi penting diantaranya kalsium, protein, kalium, fosfor, vitamin D, vitamin B12, vitamin A, vitamin B2, niasin, potasium, magnesium, tiamin, asam amino, yodium, seng, dan lecithin.

Susu segar dari sapi memberikan sejumlah kegunaan bagi tubuh manusia. Diantaranya menyediakan semua jenis asam amino esensial. Mengandung 80% protein berupa kasein, sementara 20% sisanya merupakan jenis protein yang mudah dicerna serta peka terhadap panas yaitu whey. Salah satu jenis protein kompleks dalam susu yaitu Immunoglobulin, dapat melindungi tubuh dari berbagai jenis virus, bakteri, dan racun bakteri, serta dapat mencegah penyakit asma.

Terkandung laktosa dalam produk susu segar sapi berupa gula sederhana glukosa dan galaktosa. Dalam susu sapi segar terkandung lemak yang untuk menyimpan energi bagi tubuh manusia.

Kandungan mineral seperti kalsium dan fosfor dalam susu sapi segar juga seimbang dan lengkap. Tidak hanya itu, produk segar susu sapi juga mengandung mikroorganisme berupa bakteri baik yang berperan dalam kekebalan tubuh manusia.

10.4 Susu Hewani

Susu hewan atau ternak adalah cairan dari kelenjar susu hewan. Susu, yang berbentuk cairan koloid kental dan berwarna putih hingga kuning, sebagian besar dikonsumsi oleh manusia, meskipun di beberapa tempat juga dapat dikonsumsi susu kambing atau kuda.

Ketika jumlah susu cukup besar, visualnya seperti berwarna putih dan ataupun kuning yang tipis (opaque), tetapi ketika susu memiliki lapisan tipis atau jumlah yang sedikit, itu tidak berwarna ataupun transparan. Susu dapat berubah warna karena pemisahan lemak. Sangat penting untuk diingat bahwa susu adalah tempat yang mendukung pertumbuhan dan perkembangan bakteri. Kelenjar air susu dianggap steril, jika terpapar udara dapat menimbulkan penyakit bagi hewan ternak dan juga konsumen. Akibatnya, penanganan susu yang tidak sehat dapat menyebabkan penyakit berbahaya, terutama zoonosis.

Selain itu, susu sangat rentan terhadap kerusakan, terutama akibat suhu dan temperatur penyimpanan yang salah. Selain itu, perubahan secara mikrobiologis sangat mudah terjadi pada bahan pangan susu. Oleh karena itu, menjaga kualitas susu melalui penanganan yang tepat dan memenuhi standar kebersihan dan penyimpanan yang tepat sangat penting.

Susu sapi adalah campuran lemak di dalam air yang didalamnya terkandung koloid gula, garam serta zat mineral lainnya (Buckle et al., 1987). Terdapat pelarut dalam susu yaitu air yang membentuk emulsi, suspensi koloid. Air, lemak, dan bahan lainnya membentuk susu. Tempat, musim, dan status nutrisi ternak adalah faktor lain yang memengaruhi komposisi susu. Susu sapi terdiri dari 0,8% bahan mineral, laktosa, 4,7% protein, 3,2% lemak, dan 3,6% lemak (Winarno, 2007). Komposisi kandungan nutrisi susu setiap spesies ternak tergantung pada banyak faktor, yaitu negara, masa laktasi, makanan ternak, dan proses pemerahan. Sehingga sulit dalam menentukan komposisi normal nutrisi dalam susu (Darmajati, 2008). Menurut Girisonta (1995), komposisi nutrisi susu terdiri dari 87,7% air, 3,45% lemak, 3,2% protein (termasuk 2,7% kasein dan 0,5% albumin), 4,6% laktosa, 0,85% mineral, dan berbagai vitamin lainnya.

10.5 Susu Nabati

Dewasa ini, Susu hewani bukan merupakan satu-satunya bahan pangan susu karena perkembangan fungsional pada bahan pangan. Bahan dasar tanaman dapat digunakan untuk membuat susu, yaitu susu nabati. Susu nabati umumnya diambil dari berbagai komoditi tanaman serealia yang diolah melalui pemanasan selama waktu tertentu pada suhu rendah di bawah 100 derajat Celcius. Dalam berbagai penelitian, ekstrak susu nabati dan susu hewani tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan pada visualnya, dan hanya dibedakan atas kandungan lemak di dalam susu, viskositas susu hewani dan nabati hampir sama (Sentana et al., 2017). Namun, varietas tanaman yang digunakan menentukan warna dan rasa yang

berbeda. Menurut Muchtadi (2019), susu hewani memiliki rasa manis, viskositas rendah, dan warna putih kebiruan.

Karena adanya larangan konsumsi susu terhadap penderita lactose intolerance, susu nabati dengan cepat menjadi pilihan yang menarik di seluruh dunia.

10.6 Macam-Macam Susu Hewani

10.6.1 Susu Kerbau

Sangat sedikit orang yang tahu bahwa kerbau adalah salah satu hewan ruminansia yang paling umum. Namun, kontribusinya pada produk peternakan di dalam negeri sangat penting. FAO (2007) melaporkan bahwa hanya 41 negara di seluruh dunia memperhatikan pemeliharaan hewan ternak jenis kerbau. Di 29% negara, pembiakan kerbau dianggap program utama. India, Pakistan, China, Mesir, Bulgaria, dan India adalah negara-negara yang berfokus pada pembiakan kerbau untuk tujuan produksi susu. Dikarenakan adanya perbedaan gen, kerbau dibagi menjadi dua ras utama: kerbau lumpur, atau kerbau rawa, dan kerbau sengai.

Karena kerbau sangat tahan terhadap perubahan iklim, memiliki kualitas pakan yang rendah, dan mampu hidup di lingkungan yang sulit, sehingga hampir seluruh wilayah di Indonesia masyarakat beternak kerbau. Teknik pembibitan kerbau masih tradisional dan sederhana, sehingga teknologi tidak banyak mempengaruhi kualitas genetik dan pemasaran produk ternak, dan kualitas produk, terutama susu, tidak dapat dijamin atau diprioritaskan (Damayanthi et al.)

Kerbau merupakan hewan ternak masyarakat ruminansia yang penting karena dapat membantu peternak desa menjalani kehidupan mereka. Kerbau biasanya memenuhi kebutuhan daging

serta dimanfaatkan dalam pengolahan lahan pertanian. Selama bertahun-tahun, hewan kerbau telah dianggap sebagai ternak dengan potensi terbaik untuk menghasilkan susu. Hal ini disebabkan oleh fakta bahwa kerbau menawarkan peluang hidup yang luar biasa yang harus dimanfaatkan sepenuhnya. Biasanya, kerbau tahan terhadap kondisi ekstrim seperti kekurangan pakan dan cuaca yang kering hingga basah. Di Indonesia, kerbau biasanya digunakan sebagai bahan pangan daging dan dimanfaatkan sebagai tenaga kerja untuk membajak lahan pertanian, dan juga sebagai sumber penghasil susu hewani (Bamualim, 2007). Suryana dan Handiwirawan (2009) menyatakan bahwa produktivitas kerbau akan optimal jika keunggulannya dioptimalisasi dengan penggunaan sistem manajemen pakan, manajemen perkawinan, dan pemeliharaan yang baik. Populasi kerbau sudah mengalami penurunan karena tingginya tingkat pemotongan kerbau jantan.

Kerbau memiliki daya cerna serat kasar yang tinggi dan dapat menggunakan rumput berkualitas rendah untuk menghasilkan daging. Bobot karkas lebih tinggi daripada sapi lokal. Kerbau lahan basah juga menderita penyakit parasit. Perkembangan bisnis kerbau terhambat oleh berkurangnya padang rumput dan terbatasnya pakan untuk kerbau. Curah hujan yang tinggi menyebabkan berkurangnya area penggembalaan karena genangan air, dan selama musim kemarau yang panjang, kuantitas dan kualitas pakan ternak kerbau juga berkurang, sehingga kerbau harus berjalan berkilo-kilo meter untuk mencari makan di padang rumput yang tersisa. Salah satu pilihan untuk mengatasi kekurangan pakan selama musim hujan ketika tingkat air tinggi adalah dengan mengatur ulang area penggembalaan. Di musim kemarau, penggembalaan bergilir merupakan solusi yang efektif. Beberapa bagian rawa kering, tetapi

di beberapa tempat hijauan yang subur masih tumbuh dan menyediakan pakan sepanjang tahun.

Selain itu, penting untuk menerapkan sistem penjaminan mutu pakan guna memastikan bahwa pakannya terkendali dengan baik. Ini menjadi krusial karena kualitas pakan hijau dapat berpengaruh signifikan terhadap produktivitas kerbau, baik dalam hal produksi daging maupun susu. Tindakan ini sejalan dengan pemahaman bahwa nutrisi yang adekuat dan seimbang menjadi faktor kunci dalam meningkatkan hasil produksi ternak (Suryana dan Handiwirawan, 2009).

Jenis Kerbau dapat dibedakan menjadi dua, yaitu jenis kerbau lumpur yang umumnya daging merupakan produk utamanya, dan kerbau sungai yang merupakan penghasil susu. Meskipun pada umumnya di Indonesia banyak ditemui kerbau lumpur, tetapi variasi spesiesnya saat ini telah menyesuaikan agroekosistem yang membentuk lingkungannya. Sejak lama, kerbau di Indonesia telah dimanfaatkan sebagai sumber daging, susu, dan bahkan sebagai tenaga kerja oleh sebagian peternak. Dewasa ini, pakan kerbau masih terbatas pada rumput yang tumbuh liar di alam yang tersedia di lapangan penggembalaan, sehingga mutu pakan rendah. Akibatnya, penambahan bobot pada kerbau menjadi lambat. Meskipun kerbau belum menjadi fokus utama di banyak kabupaten, kualitas pemeliharaannya masih kurang mendapat perhatian yang memadai.

Kerbau merupakan ternak yang berkelanjutan karena dapat dimanfaatkan kembali dimana daging, susu, dan kotoran ternaknya yang dapat dijadikan kompos. Unsur hara dalam kotoran ternak

tergantung pada jenis pakan yang diberikan kepada ternak, penyimpanan, kondisi cuaca, dan kesehatan ternak.

Pemanfaatan ternak kerbau sebagai tenaga kerja menjadi terbatas dikarenakan rentannya kerbau terhadap cekaman panas (Bamualim et al, 2008).

Susu adalah pangan hewani yang sedang diminati oleh berbagai usia dan juga berbagai kalangan, karena dianggap sebagai makanan sehat yang tinggi kandungan protein. Selain itu, mengandung berbagai nutrisi penting seperti gula, lemak, dan vitamin yang dibutuhkan oleh tubuh. Meskipun susu sapi umumnya menjadi pilihan utama masyarakat dalam konsumsi sehari-hari, namun kenyataannya, susu dari sumber ternak lain juga memiliki nilai gizi yang signifikan, termasuk susu dari hewan ternak yaitu kerbau. Meskipun kandungan nutrisi susu kerbau hampir sama dengan ternak mamalia lainnya tetapi proposi kandungannya dapat berbeda, proporsi kandungannya dapat berbeda (Suryani et al., 2014). Kandungan dan proporsi dan nutrisi susu segar dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 10. 1. Mutu Susu Segar

| No | Karakteristik | Syarat |
|----|-----------------------------------|-------------|
| | Berat jenis (pada suhu 27,5 C) | |
| 1 | minimum | 1,0270 g/ml |
| 2 | Kadar lemak minimum | 3,0 % |
| | Kadar bahan kering tanpa lemak | |
| 3 | minimum | 7,8 % |
| 4 | Kadar Protein minimum | 2,8 % |
| | | Tidak ada |
| 5 | Warna, aroma, rasa dan kekentalan | perubahan |

| No | Karakteristik | Syarat |
|----|-------------------------------------|--------------|
| 6 | Derajat asam | 6,0 – 7,5 SH |
| 7 | pH | 6,3 – 6,8 |
| 8 | Uji alcohol | Negatif |
| 9 | Cemaran logam berbahaya, minimum | |
| | 1. Timbal (Pb) | 0,02 ml |
| | 2. Merkuri (Hg) | 0,03 ml |
| | Arsen (As) | 0,1 ml |

Sumber: Standar Nasional Indonesia (2011).

Susu merupakan salah satu produk peternakan yang berperan penting dalam memenuhi target gizi Nasional. Susu berasal dari pemerahan hewan ternak seperti sapi, kerbau, kambing, dan lainnya. Komponen-komponen utama dalam susu melibatkan protein, lemak, vitamin, mineral, laktosa, serta enzim-enzim dan beberapa mikroba. Komposisi susu dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk bangsa sapi, tahap laktasi, jenis pakan, interval pemerahan, suhu, dan usia sapi.

Konsumsi susu yang baik perlu memperhatikan beberapa syarat, seperti kebersihan dan kesehatan susu. Hal ini karena susu merupakan media yang sangat baik untuk pertumbuhan mikroba, karena kandungan gizi yang tinggi. Kesalahan dalam penanganan susu dapat menyebabkan kerusakan dan perubahan kualitas susu (Abubakar dan Ilyas, 2005).

Susu merupakan komoditas pangan yang kaya akan kandungan gizi, sehingga tidak hanya memenuhi kebutuhan gizi masyarakat, tetapi juga memiliki nilai ekonomi yang signifikan.

Tingginya kandungan gizi dalam susu membuatnya menjadi media yang ideal untuk pertumbuhan bakteri, yang dapat menyebabkan susu menjadi rusak dengan rasa asam dan basi. Oleh karena itu, proses pengolahan susu tidak hanya dapat mengelola kelebihan produksi susu dan memperpanjang masa simpannya, tetapi juga dapat mengurangi risiko bakteri patogen pada susu.

Laktosa yang tinggi dalam susu dapat menjadi penyebab gangguan pencernaan, yang dikenal sebagai intoleransi laktosa, bagi sebagian konsumen susu (Rofiah dan Al, 2014). Oleh karena itu, pengolahan susu juga dapat mencakup langkah-langkah untuk mengurangi kadar laktosa atau menghasilkan produk susu alternatif yang lebih mudah dicerna bagi individu yang mengalami intoleransi laktosa.

Tabel 10. 2. Komposisi zat gizi susu kerbau

| No | Kandungan | Komposisi |
|----|----------------------|-----------|
| 1 | Air (%) | 83,8 |
| 2 | Protein (%) | 6,3 |
| 3 | Lemak (%) | 12 |
| 4 | Karbohidrat (%) | 7,1 |
| 5 | Kalsium (mg/100g) | 216 |
| 6 | Fosfor (mg/100g) | 101 |
| 7 | Besi (mg/100g) | 0,2 |
| 8 | Vitamin A (SI) | 80 |
| 9 | Vitamin B1 (mg/100g) | 0,04 |
| 10 | Vitamin C (mg/100g) | 1,0 |

Sumber: DIT Gizi DEPKES RI (2009)

Menurut Sayuti (1993), tantangan utama bagi konsumen dalam mengonsumsi susu adalah intoleransi laktosa, di mana beberapa orang tidak dapat mentolerir laktosa atau tidak mampu menyerapnya dengan baik. Hal ini dapat berdampak pada sistem pencernaan, menyebabkan masalah seperti diare.

Salah satu solusi umum yang diterapkan adalah mengonsumsi produk susu yang telah diolah melalui fermentasi, seperti dadih, yoghurt, dan produk lainnya. Ini menjadi alternatif yang lebih mudah dicerna bagi individu yang mengalami masalah intoleransi laktosa, terutama pada produk susu dari kerbau.

10.6.2 Susu Sapi

Susu sapi perah memiliki peran penting dalam memenuhi kebutuhan nutrisi karena memiliki komposisi zat nutrisi yang lengkap dengan perbandingan gizi yang optimal. Sebagai sumber protein hewani, susu berperan khususnya dalam memenuhi kebutuhan gizi generasi muda, terutama pada usia sekolah.

Kebutuhan ini tidak dapat dipenuhi karena rendahnya produktivitas sapi perah. Produktivitas yang rendah disebabkan oleh berbagai faktor seperti kualitas genetik kawanan, manajemen pakan, usia beranak pertama, masa laktasi, frekuensi pemerahan, masa kering, dan status kesehatan. Pakan (baik kualitas maupun kuantitas), teknik pemerahan, sistem pemeliharaan, kebersihan dan masalah penyakit (terutama mastitis) menyebabkan rendahnya produksi susu.

Tabel 10. 3. Komposisi zat gizi susu sapi

| No | Kandungan | Komposisi |
|----|----------------------|-----------|
| 1 | Air (%) | 88,3 |
| 2 | Protein (%) | 3,2 |
| 3 | Lemak (%) | 3,5 |
| 4 | Karbohidrat (%) | 4,3 |
| 5 | Kalsium (mg/100g) | 143 |
| 6 | Fosfor (mg/100g) | 600 |
| 7 | Besi (mg/100g) | 1,7 |
| 8 | Vitamin A (SI) | 130 |
| 9 | Vitamin B1 (mg/100g) | 0,08 |
| 10 | Vitamin C (mg/100g) | 1,0 |

Sumber: DIT Gizi DEPKES RI (2009).

Produk segar susu sapi adalah sumber nutrisi yang sangat bermanfaat bagi manusia, namun merupakan medium yang ideal bagi pertumbuhan bakteri. Kontaminasi susu dengan bakteri dapat menyebabkan perkembangbiakan cepat bakteri dalam jumlah besar, meningkatkan risiko infeksi. Manusia memiliki tingkat resistensi yang rendah terhadap mikroorganisme jenis bakteri yang terdapat dalam susu sapi yang masih segar. sehingga, tindakan sanitasi terhadap susu sapi segar menjadi kritis sebagai bagian dari upaya menjaga kesehatan lingkungan.

Kualitas susu telah dikaitkan dengan berbagai penyakit seperti tuberkulosis, demam tifoid, disentri, infeksi tenggorokan stafilokokus, salmonellosis, dan brucellosis. Pada tahun 1995, sejumlah kasus diare berdarah atau sindrom hemolitik-uremik (HUS) dilaporkan di Amerika Serikat pada orang-orang yang

mengonsumsi susu yang tidak dipasteurisasi dalam tiga tahun terakhir. Minuman telah dilaporkan terkontaminasi *E. coli*. Penularan ke manusia terjadi melalui konsumsi langsung atau tidak langsung dari susu yang terinfeksi *E. coli*. Sumber utama infeksi berasal dari sapi melalui teknik peternakan sapi perah industri dan sumber-sumber lain yang terkontaminasi dengan organisme tersebut.

Meskipun konsumsi susu mentah belum sepenuhnya terdokumentasi, konsumsi susu mentah menjadi semakin populer dalam konteks tren saat ini untuk 'mengonsumsi secara alami' dan 'membeli produk lokal'. Peningkatan ini didukung oleh pandangan bahwa pemanasan dapat merusak nutrisi dan manfaat kesehatan susu dan bahkan dapat menimbulkan efek negatif. Namun, susu mentah tidak hanya bergizi, tetapi juga merupakan media pertumbuhan yang sangat baik untuk berbagai mikroorganisme karena memiliki nilai pH netral dan aktivitas air yang tinggi. Pertumbuhan mikroorganisme ini terutama dipengaruhi oleh suhu dan mikroorganisme yang bersaing dan metabolitnya. Susu sering kali diberi perlakuan panas untuk memastikan keamanan mikroba dan untuk memperpanjang masa simpan (Claeys, et al., 2013).

10.6.3 Susu Nabati

1. Susu Kedelai



Gambar 10. 1. Susu Kedelai
Sumber: idntimes.com

Kedelai merupakan salah satu tanaman tertua yang ditanam di Indonesia. Karena kedelai mengandung asam amino esensial yang lengkap, produk ini merupakan sumber protein nabati yang penting.

Menurut Damayanti dan Murtini (2018), kandungan protein kacang kedelai cukup tinggi, mencapai 30,44%, lebih tinggi dari jenis kacang-kacangan lainnya. Secara khusus, kacang kedelai kuning banyak digunakan dalam pengolahan susu kedelai. Satu cangkir susu kedelai yang tidak diperkaya mengandung sekitar 7 gram protein, 4 gram karbohidrat, 4,5 gram lemak, dan tidak mengandung kolesterol (Aidah, 2020).

Kadar air dari 100 gram susu kedelai cair adalah 88,60%. Kadar air ini bervariasi sesuai dengan jumlah air yang ditambahkan untuk melarutkan susu kedelai, yang kemudian mempengaruhi nilai viskositas. Semakin tinggi tingkat konsentrasi susu kedelai, maka semakin tinggi pula nilai viskositas susu kedelai (Istiqomah, 2014). Selain itu, nilai kalori susu kedelai adalah 52,99 Kkal. Kandungan protein susu kedelai sebesar 4,40%, lebih tinggi dibandingkan

dengan kandungan protein susu sapi yang sebesar 2,90%. Kandungan lemaknya 2,50% dan kandungan karbohidratnya 3,80%. Kandungan mineral susu kedelai, termasuk kalsium, fosfor, natrium, zat besi dan abu, masing-masing adalah 15 mg, 49 mg, 2 mg, 1,2 mg dan 0,5 g. Kandungan vitamin susu kedelai adalah 0,02% untuk vitamin A dan B2 dan 0,04% untuk vitamin B1.

Susu kedelai adalah minuman olahan kedelai yang diproduksi dengan mengekstraksi protein kedelai dan mengencerkannya untuk memberikan tampilan yang mirip dengan susu sapi. Protein dalam susu kedelai memiliki komposisi asam amino yang mirip dengan susu sapi.

Susu kedelai bisa encer atau kental tergantung pada jumlah air yang ditambahkan. Warnanya putih kekuningan dan memiliki bau yang khas. Salah satu masalah umum dalam produksi susu kedelai adalah produknya berbau menyengat. Bau ini disebabkan oleh aktivitas enzim lipoksigenase, yang secara alami terdapat pada kacang-kacangan (Aydar et al. Berbagai metode dapat diterapkan untuk mengatasi masalah ini, seperti maserasi, pengupasan kulit kacang, pemanasan pada suhu 100°C selama beberapa detik, penambahan gula, penggunaan esens, dan penambahan daun sirih selama perebusan. Hal ini dapat membantu mengurangi bau.

2. Susu Almond



Gambar 10. 2. Susu Almond
Sumber: HelloSehat.com

Kacang almond adalah kacang-kacangan yang terkenal dengan rasa asin, sedikit manis, dan tekstur yang lembut. Nilai gizi kacang almond sangat tinggi, terutama kandungan lemaknya yang mencapai 49,4% dan sekitar 67% mengandung asam lemak tak jenuh tunggal yang sangat tinggi, yang bermanfaat untuk kesehatan jantung (Hasanah et al., 2020). Kacang almond dengan kandungan lemak nabati yang tinggi memiliki rasa asin yang khas. Kacang almond juga kaya akan nutrisi lain seperti vitamin E (25,63 mg), serat pangan (10,7 g), kalsium (169 mg), kalium (481 mg), dan fosfor (733 mg) per 100 g. Mengonsumsi satu buah almond (20-25) memberikan 15 gram lemak, dimana lebih dari 90% merupakan asam lemak tak jenuh (Damayanti & Murtini, 2018).

Kandungan utama susu almond dalam 100 ml adalah 86,11% air, 55,40 Kkal, 3,40% lemak, dan 4,50% karbohidrat. Namun, kelemahan dari susu almond olahan adalah kandungan proteinnya yang relatif rendah, yaitu hanya sekitar 1,70 g per 100 ml dibandingkan dengan susu nabati lainnya (Alozie et al., 2015). Oleh karena itu, untuk meningkatkan kandungan protein susu almond, kacang-kacangan lain yang memiliki kandungan protein yang lebih tinggi perlu disubstitusi. Biasanya, susu almond sering disubstitusi

dengan kedelai untuk meningkatkan kandungan protein. Kandungan mineral dalam susu almond adalah 13,10 mg kalsium, 75,20 mg fosfor, 6,38 mg natrium, dan 1,40 mg zat besi. Namun, masih diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui kandungan vitamin dan zat-zat lain dalam susu almond.

Proses dasar yang digunakan untuk membuat susu almond hampir sama dengan proses yang digunakan untuk membuat susu kedelai. Prosesnya dimulai dengan merendam kacang almond selama 8-12 jam, diikuti dengan mengupas, menghancurkan dan menyaringnya. Susu almond dapat diminum begitu saja tanpa dipanaskan atau dipanaskan pada suhu 70 °C selama beberapa menit. Susu almond dapat disimpan di lemari es selama 3-4 hari. Pada umumnya, susu almond berbentuk encer, berwarna putih kekuningan dan tidak berasa. Pemanis dapat ditambahkan untuk meningkatkan rasa (Anonim, 2021).

3. Susu Gandum



Gambar 10. 3. Susu Gandum
Sumber: halodoc.com

Biji gandum kaya akan nutrisi, termasuk karbohidrat (60-80%), protein (10-20%), lemak (2-2,5%), mineral (4-4,5%), dan beberapa vitamin lainnya (Suarni, 2016). Gandum biasanya diolah menjadi tepung, namun dapat juga diolah menjadi susu yang kaya akan karbohidrat. Proses produksi susu gandum meliputi maserasi, penggilingan, penyaringan, dan pemanasan suhu rendah. Susu gandum berwarna putih kekuningan, bertekstur encer dan tidak berasa.

Untuk mengubah rasanya, susu gandum dapat dipermanis dengan menambahkan gula, kurma dan madu. Kandungan kalori susu gandum sekitar 0,17 Kkal. Kandungan protein dalam susu gandum adalah 2,5-5%, jauh lebih tinggi dari susu sapi atau susu nabati lainnya. Kandungan lemaknya juga cukup tinggi yaitu 4,5-5 persen. Sebaliknya, kandungan karbohidrat dalam oatmeal mencapai 19-29%. Sementara kadar karbohidrat dalam susu gandum mencapai 19-29%.

4. Manfaat Susu Nabati

Kandungan kalori susu oat bervariasi. Sebagian besar susu nabati memiliki efek positif pada kesehatan jantung dan membantu mencegah stroke. Ini disebabkan tingkat kolesterol minimum dan juga tidak ada sama sekali dalam susu nabati. Sebagai contoh, Susu kedelai mengandung nutrisi yang hampir sama dengan susu sapi, tetapi tanpa gluten, kolesterol, dan laktosa (Riska, Ciptasari & Nurrahman, 2020).

Sementara kandungan protein daging sekitar 18%, kandungan protein kedelai hampir dua kali lipat dari daging, mencapai sekitar 40%. Kandungan protein yang tinggi ini membuatnya sangat cocok

untuk dikonsumsi selama masa pertumbuhan, terutama untuk perkembangan otak dan pembentukan tulang. Susu kedelai juga mengandung lesitin yang dapat memecah kolesterol yang mengendap di dalam darah dan jaringan tubuh, sehingga membantu mencegah tekanan darah tinggi dan karenanya efektif untuk mencegah stroke. Selain itu, susu soya aman untuk diminum oleh ibu hamil dan menyusui.

Olahan susu almond bisa menjadi pilihan bagi intoleransi laktosa, karena tidak mengandung laktosa. Kandungan asam linoleat serta oleat tinggi dalam almond juga baik untuk tubuh, membantu menurunkan kadar kolestrol dan memperbaiki aliran darah, menjadikannya baik untuk kesehatan jantung.

Sementara itu, susu gandum memiliki manfaat sebagai opsi yang bebas dari kadar laktosa, sehingga cocok untuk penyakit alergi terhadap produk susu sapi serta kacang-kacangan. Komposisi serat yang tinggi pada susu gandum juga dapat membantu mengurangi kadar kolesterol. Perlu diingat bahwa produk susu gandum memiliki kandungan gluten, sehingga sebaiknya dihindari oleh penderita alergi dan penyakit celiac (Puji, 2021).

10.7 Penanganan, Pengawetan dan Pengolahan Susu

10.7.1 Penanganan Air Susu

Dalam mencegah/mengurangi kontaminasi mikroorganisme dalam susu, penanganan olahan susu memerlukan kehati-hatian. Setelah pemerahan, proses penanganan susu memiliki peran penting dalam mencegah terjadinya kontaminasi. Kebersihan ternak perah, seperti sapi, kambing, dan domba, harus diperhatikan sebelum melakukan pemerahan. Pastikan ternak yang diperah dalam kondisi

steril sebelum proses pemerahan dimulai untuk mencegah kontaminasi selama hingga setelah pemerahan.

kondisi kandang, alat, dan pemerah harus steril sebelum proses dimulai. Hal ini bertujuan untuk mencegah kontaminasi selama proses pemerahan berlangsung. Setelah pemerahan selesai, langkah selanjutnya adalah melakukan pasteurisasi pada air susu. Melakukan pasteurisasi pada suhu 62°C selama 30 menit atau pada suhu 72°C yang berlangsung selama 15 detik untuk membunuh mikroorganisme dan pathogen lainnya.

Pasteurisasi mencegah bakteri penyebab penyakit dan memperpanjang umur simpan. Proses ini menjadi langkah kritis dalam menjaga keamanan dan kualitas air susu.

10.7.2 Pengawetan Air Susu

Kebersihan rumah tangga, kebersihan hewan, serta kesehatan dan pemeliharaan peralatan pemerahan sangat penting untuk menjaga kebersihan susu dan mencegah pembusukan dini. Selain upaya-upaya tersebut, langkah penting lainnya untuk menjaga susu agar tidak cepat rusak dan bertahan lebih lama adalah pengawetan. Proses pengawetan meliputi:

Proses Pendinginan Pada Susu

Proses ini dilakukan agar pertumbuhan mikroba perusak susu terhambat, mencegah kerusakan dalam waktu singkat. Cara melakukannya bisa dengan menggunakan cooling unit atau lemari es pada skala produksi besar. Di daerah pegunungan yang dingin, bisa dilakukan secara sederhana dengan meletakkan tempat penyimpanan susu pada air yang dingin dan air mengalir. Metode simpel ini bergantung pada suhu alamiah lingkungan. Meski sederhana, metode modern lebih efisien dan menjamin

pendinginan yang cepat dan konsisten, terutama dalam skala besar atau fasilitas pengolahan susu yang lebih modern.

Pasteurisasi susu

Proses ini merupakan proses memanaskan susu di bawah suhu didih agar bakteri mati, sementara spora masih tetap bertahan. Terdapat tiga metode pasteurisasi yang umum digunakan:

- a. Pada proses pasteurisasi yang lama (suhu rendah, waktu lama), susu dipanaskan pada suhu sedang untuk waktu pemanasan yang relatif lama. Dalam hal ini, pemanasan dilakukan pada suhu sekitar 62-65 ° C selama 1/2 hingga 1 jam.
- b. Pada metode pasteurisasi singkat (suhu tinggi, waktu pemanasan singkat), susu dipanaskan pada suhu tinggi tetapi dengan waktu pemanasan yang singkat. Dalam hal ini, pemanasan dilakukan pada suhu sekitar 85-95 ° C selama 1 hingga 2 menit.
- c. Pada pasteurisasi suhu ultra tinggi (UHT), susu dipanaskan pada suhu tinggi dan kemudian didinginkan dengan cepat. Proses ini bertujuan untuk membunuh mikroorganisme dalam susu tanpa merusak nutrisi dan rasanya.

Dalam proses UHT, susu dipanaskan pada suhu tinggi (biasanya di atas 135°C) selama beberapa detik hingga beberapa menit. Setelah dipanaskan, susu didinginkan dengan cepat, biasanya hingga suhu sekitar 10°C atau lebih rendah. Suhu ini dijaga tetap rendah untuk mencegah pertumbuhan bakteri susu.

Proses UHT alternatif adalah memanaskan susu di dalam panci dengan pengadukan pada suhu 81°C selama \pm 1,5 jam dan kemudian didinginkan dengan cepat. Salah satu metode untuk

mempercepat pendinginan setelah pemanasan UHT adalah dengan merendam panci yang berisi susu di dalam penangas air dingin dengan air yang terus mengalir.

Sterilisasi Susu

Pasteurisasi susu adalah proses pengawetan susu di mana susu dipanaskan hingga mencapai suhu di atas titik didihnya. Proses ini bertujuan untuk membunuh semua bakteri, kuman, dan spora yang mungkin ada di dalam susu. Susu steril diproduksi dengan metode berikut:

- a. Sistem UHT (ultra high temperature), yaitu proses sterilisasi di mana susu dipanaskan pada suhu tinggi sekitar 137-140°C selama 25 detik;
- b. Proses sterilisasi di mana susu ditempatkan dalam wadah tertutup dan dipanaskan pada suhu 110-121°C selama 20-45 detik;
- c. Sistem UHT (ultra-high temperature), yaitu proses sterilisasi di mana susu ditempatkan dalam wadah tertutup dan dipanaskan pada suhu 110-121°C selama 20-45 detik. Dalam proses ini, susu dipanaskan pada suhu tertentu pada kisaran 110-121°C untuk waktu yang singkat, sekitar 20-45 detik. Metode pasteurisasi ini membutuhkan peralatan khusus dan canggih, biasanya dimiliki oleh industri pengolahan susu. Meskipun metode ini efektif dalam menghasilkan susu yang steril, namun peralatan dan biaya pengolahannya relatif tinggi, sehingga biasanya digunakan dalam skala industri untuk produksi massal dan penyimpanan produk susu dalam jangka panjang.

10.7.3 Pengolahan Susu

Berbagai macam produk olahan dihasilkan dari susu. Beberapa produk olahan susu diberikan di bawah ini:

1. Susu Kental Manis



Gambar 10. 4. Susu Kental Manis

Sumber: DetikNews – Detik.com

Susu kental manis, juga dikenal sebagai susu kental manis, adalah produk susu yang dipekatkan dengan cara menguapkan sebagian air dan menambahkan gula sebagai pengawet. Susu kental manis dapat mengandung minyak nabati dan vitamin dan kadang-kadang disebut susu kental manis yang dilarutkan. Susu kental manis yang dilarutkan adalah campuran bahan-bahan seperti susu bubuk skim, air, gula, lemak, dan vitamin yang dibuat hingga mencapai konsistensi tertentu. Dalam produksi asli susu kental manis, susu dipanaskan terlebih dahulu pada suhu 65-95°C selama 10-15 menit. Tujuannya adalah untuk menstabilkan susu selama penyimpanan dan membunuh mikroorganisme dan enzim patogen. Gula kemudian ditambahkan hingga konsentrasinya mencapai 62,5%. Dengan menggunakan evaporator vakum, susu kemudian diuapkan pada tekanan 47 mmHg dan suhu 51°C hingga konsentrasi yang diinginkan tercapai atau hingga kandungan padatan total 70-80% bahan kering dan 20-30%

kelembaban. Produk pekat dimasukkan ke dalam kaleng dan ditutup rapat. Di Indonesia, sebagian besar pengolahan susu kental manis dilakukan dengan cara dilarutkan. Tahapan produksi meliputi pencampuran bahan baku, penyaringan, homogenisasi, pasteurisasi, pemekatan, dan pengalengan. Bahan-bahan yang digunakan antara lain air, susu bubuk skim, lemak susu atau minyak nabati, gula dan vitamin. Metode rekonstitusi memungkinkan lebih sedikit air yang digunakan dalam proses pemekatan, karena kandungan padatan total yang diperoleh dengan rekonstitusi mencapai kisaran 70,7-70,9%.

2. Mentega



Gambar 10. 5 Mentega

Sumber: haibunda.com

- a. Kata 'mentega' selalu dikaitkan dengan susu, yang bukan merupakan produk nabati melainkan produk lemak dan minyak hewani. Inilah perbedaan antara mentega dan margarin. Margarin adalah tiruan mentega yang terbuat dari minyak nabati seperti minyak kelapa, minyak kelapa sawit, minyak kedelai dan minyak kacang kedelai.

b. Margarin terbuat dari minyak kelapa, minyak kelapa sawit, minyak kedelai dan jagung. Proses produksi mentega dimulai dengan mengeluarkan krim dalam proses yang dikenal sebagai 'churning'. Krim diaduk dan dikocok, yang memecah membran yang menutupi butiran lemak, sehingga menghasilkan pemisahan fase lemak, yang mengandung mentega, dari fase air, yang melarutkan berbagai zat di dalam susu. Gumpalan lemak susu dipisahkan, dicuci dengan air dingin, diganti beberapa kali dengan air segar dan sisa susu dibuang. Mentega biasanya diasinkan, yang berfungsi untuk menghilangkan air yang tersisa di dalam lemak susu (butterfat). Mentega biasanya mengandung sekitar 15% air, beberapa di antaranya teremulsi. Kandungan lemak mentega harus setidaknya 80 persen. Karena kandungan airnya yang tinggi, mentega dapat menjadi asam jika disimpan di tempat yang lebih hangat. Asam butirat merupakan rantai pendek, mudah menguap dan memiliki bau yang tidak sedap.

- 1) Mentega yang dibuat dari krim yang dipasteurisasi atau tidak dipasteurisasi.
- 2) Mentega yang dibuat dari krim yang sudah tua atau belum tua.
- 3) Mentega yang diasinkan atau tidak diasinkan.
- 4) Mentega yang dibuat dari krim yang manis atau tidak diasinkan.
- 5) Mentega yang dibuat tanpa penyimpanan.

- 6) Mentega yang diproduksi di peternakan (susu).
Mentega yang diproduksi di peternakan (mentega susu) atau di pabrik (mentega krim).

3. Keju



Gambar 10. 6. Keju
Sumber: Merdeka.com

Susu adalah minuman yang kaya akan karbohidrat, protein, lemak, vitamin, dan mineral yang bermanfaat bagi kesehatan. Keju, produk olahan susu, terbentuk melalui proses di mana susu digumpalkan oleh rennet, enzim pencernaan yang ditemukan di dalam perut hewan penghasil susu. Selama proses ini, bagian dari susu cair yang digumpalkan membentuk padatan seperti gel yang disebut dadih, sementara sejumlah besar air dan beberapa zat terlarut terpisah dari dadih dan disebut whey.

4. Khefir



Gambar 10. 7. Khefir
Sumber: ners.unair.ac.id

Kefir adalah minuman dengan rasa asam dan segar, mirip dengan yogurt. Minuman ini terbuat dari susu hewani yang telah dipanaskan, kemudian disimpan dalam wadah kedap udara menggunakan kefir grains. Mikroorganisme berupa Bakteri serta ragi (yeast) yang terdapat pada kefir membentuk simbiosis mutualisme, memberikan manfaat kesehatan yang signifikan jika dikonsumsi. Kefir kaya akan nutrisi, serta mengandung protein lengkap yang mudah dicerna. Selain itu, dalam kefir juga terdapat antibiotik alami berasal dari proses fermentasi bakteri probiotik.

Konsumen yang tidak bisa mentoleransi gula, kefir memiliki mikroorganisme bermanfaat berupa bakteri dan ragi, mampu menghasilkan enzim yang memecah gula yang tersisa setelah proses penyimpanan secara anaerob. Kefir memiliki sedikit laktosa dengan kualitas "steril dan baik," yang dapat memperbaiki sistem pencernaan karena adanya bakteri baik di dalamnya.

5. Yoghurt



Gambar 10. 8. Yoghurt
Sumber: Greenfields

Yoghurt adalah olahan susu yang melalui fermentasi, identic dengan rasa asam dan manis. Pada berbagai negara, nama yogurt berbeda-beda seperti Jugurt di Turki, Zabady di Mesir dan Sudan, Dahee di India, Cieddu di Italia, dan Filmjolk di Skandinavia. Beberapa negara dengan tingkat konsumsi yoghurt tinggi termasuk Belanda, Swiss, Perancis, Finlandia, Denmark, Jerman, Austria, dan Jepang.

Yoghurt semakin populer dan banyak dijual di supermarket Indonesia dalam berbagai produk, mulai dari minuman dengan tekstur hingga yang tekstur kental, produk yogurt dikemas dalam botol plastik. Biasanya, yoghurt diperkaya dengan rasa buah-buahan untuk meningkatkan daya tarik dan nilai kesehatannya. Yoghurt relatif aman dikonsumsi oleh orang yang mengalami diare akibat ketidakmampuan mencerna gula. Selain itu juga dapat membantu penyakit kolestrol, lambung, dan memiliki potensi untuk mencegah penyakit kanker saluran pencernaan karena adanya bakteri bermanfaat pada saat proses fermentasi.

6. Yakult



Gambar 10. 9. Yakult
Sumber: costseafood.id

Yakult adalah produk susu fermentasi dengan starter tunggal, *Lactobacillus casei*. Pertumbuhan bakteri ini jauh lebih lambat dibandingkan dengan pertumbuhan dornic atau asam laktat 0,5% oleh bakteri serupa, yaitu sekitar 50 setelah 48 jam. *Lactobacillus casei* adalah bakteri neutrofil berbentuk batang tunggal, heterofermentatif, fakultatif, berukuran lebih kecil dari *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus acidophilus*, dan *Lactobacillus helveticus*. *Lactobacillus casei* mengubah ribosa menjadi asam laktat dan asam asetat. Proses produksi Yakult dimulai dengan proses sterilisasi pada suhu 140°C selama 3-4 detik, diikuti dengan infus bakteri *Lactobacillus casei* selama 2 hari. Nilai gizi *Lactobacillus casei* setelah inkubasi Yakult pada suhu 37°C adalah 1,2% protein, 0,1% lemak, 0,3% mineral, 16,5% karbohidrat, 81,9% kelembapan, dan 72 kkal per 100 g.

DAFTAR PUSTAKA

- Adbubakar dan Hyas, M., 2005. Mutu Susu Karamel Asal Susu Pecah Selama Penyimpanan. Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Bogor: Balai Besar Litbang Pascapanen Pertanian Bogor. 350-357.
- Alozie, Y.E., U. S. (2015). Nutritional and Sensory Properties of Almond (*Prunus amygdalu* Var. *Dulcis*) Seed Milk. *World Journal of Dairy & Food Sciences*, 10(2), 117–121. <https://doi.org/10.5829/idosi.wjdfs.2015.10.2.9622>
- Anonim. 2021. Resep Susu Kurma Almond, Bisa Jadi Ide Jualan. Diakses pada tanggal 5 Januari 2024, from <https://www.kompas.com/food/read/2021/02/03/220200475/res-ep-susu-kurmaalmond-bisa-jadi-ide-jualan?page=all>
- Aydar, E. F., Tutuncu, S., Ozcelik, B. 2020. Plant-based Milk Subtitutes: Bioactive Compounds, Conventional and Novel Processes, Bioavailability Studies, and Health Effects. *Journal of Functional Foods*, 70, 1-15. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2020.103975>
- Bamualim, W. R. 2007. Strategi Pelestarian Produksi Susu Kerbau Lokal (Swamp Buffalo) Bagi Peningkatan Gizi Masyarakat. *Semiloka Nasional Prospek Industri Sapi Perah Menuju Perdagangan Bebas*. Bogor Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian. 556 — 562.
- Ciptasari, Riska, & Nurrahman. 2020. Sifat Fisik, Sifat Organoleptik Dan Aktivitas Antioksidan Susu Bubuk Kedelai Hitam Berdasarkan Konsentrasi Tween 80. *Jurnal Pangan Dan Gizi*, 10(1), 45–59. <https://doi.org/10.26714/jpg.10.1.2020.49-63>

- Damayanthi, E., Yopi., Hasinah, H., Setyawardani, T., Rizqiati, H., Putra, 2014. Karakteristik Susu Kerbau Sungai dan Rawa di Sumatera Utara. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia (JIPI)* 19 (2): 67-73. ISSN 0853 — 4217.
- Damayanti, S. S., Murtini, E. S. 2018. Inovasi Susu Almond Dengan Substitusi Sari Kecambah Kedelai Sebagai Sumber Protein Nabati. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 6(3), 70–77. <http://dx.doi.org/10.21776/ub.jp.a.2018.006.03.8>
- Darmajati. 2008. Himpunan Studi Ternak Produktif. ([Hsttp.fkh.ugm.ac.id/wp/?=265](http://fkh.ugm.ac.id/wp/?=265)) (Diakses pada tanggal 5 Januari 2024).
- Deng, Y., Misselwitz, B., dkk. 2015. Lactose Intolerance in Adults: Biological Mechanism and Dietary Management. *Nutrients*, 7(9), 8020-8035. <https://doi.org/10.3390/nu7095380>
- FAO, 2007. The State of the Worlds Animal Genetic Resources for Food and Agriculture. Rome : Commision on Genetic Resources for Food and Agriculture Organisation of The United Nation.
- FAO, 2007. The State of the Worlds Animal Genetic Resources for Food and Agriculture. Rome : Commision on Genetic Resources for Food and Agriculture Organisation of The United Nation.
- Hasanah, N., Permana, I.D.G.M., Wisaniyasa, N.W. 2020. Pengaruh Perbandingan Almond dan Edamame Terhadap Karakteristik Susu Almond Edamame. *Jurnal Itepa*, 9(4), 448–457. <https://doi.org/10.24843/itepa.2020.v09.i04.p09>
- Istiqomah. 2014. Karakterisasi Mutu Susu Kedelai Baluran. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember. Jember.

- Kehinde, B. A, Panghal, A., Garg, M.K., Sharma, P., Chhikara, N. 2020. Vegetable Milk as Probiotic and Prebiotic Foods. *Advance in Food and Nutrition Research*, 94, 115-160. <https://doi.org/10.1016/bs.afnr.2020.06.003>
- Muchidin, A. 1993. Diktat Teknologi Pengolahan Pangan. Universitas Bandung Raya.
- Muchidin, A. 1993. Diktat Teknologi Pengolahan Pangan. Universitas Bandung Raya.
- Muchtadi, T. R. 2019. Pengetahuan Bahan Pangan. Tangerang Selatan: Universitas Terbuka
- Puji, A. 2021. Mengenal Nutrisi Susu Oat alias Susu Gandum yang Tak Kalah Sehat. Diakses pada tanggal 5 Januari 2024, from <https://hellosehat.com/nutrisi/fakta-gizi/nutrisi-susuoat-gandum/>
- Puji, A. 2021. Mengenal Nutrisi Susu Oat alias Susu Gandum yang Tak Kalah Sehat. Diakses pada tanggal 5 Januari 2024, from <https://hellosehat.com/nutrisi/fakta-gizi/nutrisi-susuoat-gandum/>
- Sayuti, K. 1993. Memperlajari Mutu Dadih pada Lama Penyimpanan dan Jenis Bambu yang Berbeda. Thesis. Universitas Andalas.
- Standar Nasional Indonesia., 2011. Standar Nasional Indonesia No. 01-3141-2011 tentang Susu Segar. Jakarta.
- Suarni. 2016. Struktur dan Komposisi Biji dan Nutrisi Gandum. [E-book]. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Departemen Pertanian. Diakses pada tanggal 5 Januari 2024, from <http://balitsereal.litbang.pertanian.go.id/buku-gandum/>

- Suryana dan Handiwirawan. 2009. Penampilan Produksi Kerbau Rawa (*Bubalus bubalis arabanensis*) di Kecamatan Danau Panggang, Kalimantan Selatan. Seminar dan Lokakarya Nasional Kerbau. Bogor Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan. 14] - 152.
- Suryani, D.R., Anang, M.L. dan Sri, M., 2014. Aroma dan Wama Susu Kerbau Akibat Proses Glikasi D-psikosa, L-psikosa, D+agatosa, dan L-tagatosa. Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan, 3 (3), 94 - 97.
- Winarno. 2007. Kimia Pangan dan Gizi. Gramedia, Jakarta

BAB 11

IKAN SEBAGAI BAHAN PANGAN

Oleh Andri Nofreana

11.1 Pendahuluan

Ikan dalam suatu industri atau unit pengolah ikan merupakan bahan baku utama yang digunakan dalam proses produksi. Bahan baku merupakan faktor yang sangat penting dalam suatu industri, karena tanpa adanya bahan baku maka produksi tidak bisa berjalan. Bahan baku memegang peranan penting dalam proses produksi sebuah perusahaan karena tanpa bahan baku, tidak akan bisa berjalan. Hal senada disampaikan oleh Indajit dan Djokopranoto (2003:8) menjelaskan bahwa bahan baku (raw material) merupakan bahan mentah yang akan diolah, kemudian menjadi barang jadi sebagai hasil utama dari perusahaan yang bersangkutan. Dalam perspektif lain, Guritno (2002:342) mendefinisikan bahan baku sebagai bahan yang masih mentah atau belum diolah, yang digunakan dalam pembuatan produk.

Ikan juga merupakan bahan pangan, karena ikan merupakan bahan baku yang bisa dikonsumsi oleh manusia setelah melewati proses penanganan atau pengolahan hasil perikanan. Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 28 tahun 2004, pangan adalah “segala sesuatu yang berasal dari sumber hayati dan air, baik yang diolah maupun yang tidak diolah, yang diperuntukkan sebagai makanan atau minuman bagi konsumsi manusia, termasuk bahan tambahan pangan, bahan baku pangan,

dan bahan lain yang digunakan dalam proses penyiapan, pengolahan, dan atau pembuatan makanan atau minuman”.

Pangan ikan mencakup segala jenis bahan pangan terutama ikan dan produk perikanan lainnya, termasuk rumput laut dan variasi tumbuhan air, yang dapat dikonsumsi oleh manusia. Kualitas produk perikanan, baik yang berasal dari hasil tangkapan alam maupun budidaya, sangat dipengaruhi oleh metode penanganannya.

Pemanfaatan ikan sebagai bahan baku pada pangan sudah banyak dilakukan dengan hasil berbagai produk hasil perikanan. Penggunaan ikan sebagai bahan baku karena kandungan gizi yang sangat tinggi, kandungan senyawa bioaktif yang ada pada ikan juga beranekaragam Selain hal tersebut karena potensi perikanan di Indonesia cukup besar dan sifat karakteristik ikan yang cepat membusuk, sehingga harus secepatnya dilakukan penanganan atau pengolahan.

11.2 Karakteristik Ikan

Ikan, sebagai komoditas bahan pangan yang mudah rusak karena kandungan protein dan airnya yang tinggi, memerlukan penanganan yang tepat untuk mencegah penurunan kualitas. Salah satu masalah utama di sektor perikanan adalah mempertahankan kualitas. Kualitas ikan dapat dipertahankan jika ikan ditangani dengan hati-hati, tetap bersih, disimpan dalam lingkungan yang dingin, dan ditangani dengan cepat. Pada suhu ruangan, ikan memasuki fase rigor mortis dengan lebih cepat dan untuk durasi yang lebih singkat. Kegagalan dalam memperpanjang fase rigor mengakibatkan pembusukan yang dipercepat akibat aktivitas enzim dan bakteri, menyebabkan perubahan yang cepat yang menunjukkan bahwa ikan telah memasuki fase post-rigor,

menjadikannya berkualitas rendah dan tidak layak untuk dikonsumsi. Begitu ikan diangkat dari air, serangkaian penurunan kualitas terjadi, menyebabkan penampilan, bau, dan rasa ikan menjadi lebih buruk, sehingga mengurangi nilai ekonominya. Perubahan ini terjadi dengan cepat, bergantung pada jenis, ukuran, dan bentuk ikan, serta suhu dan kondisi lingkungan. Sudah umum diakui bahwa ikan termasuk jenis makanan yang paling mudah rusak (Hidayah, 2015). Kemunduran mutu ikan adalah proses perubahan pada ikan setelah ikan mati. Perubahan tersebut melalui tahapan kemunduran ikan sebagai berikut:

1. Tahap Prerigor

Saat ikan baru mati dan masih dalam fase prerigor mortis, tekstur dagingnya masih sama dengan ikan hidup, yaitu kenyal, elastis, dan lentur karena masih terjadi kontraksi dan relaksasi otot. Ikan yang baru mati masih memiliki sisa ATP dan hasil dari proses glikolisis anaerobik yang membuat otot ikan tetap bisa melakukan relaksasi, sehingga daging ikan masih elastis dan lentur. Namun, tekstur daging yang kenyal, elastis, dan lentur akan secara perlahan mengeras karena energi yang tersisa tidak cukup untuk mempertahankan kekenyalan melalui proses perombakan aktomiosin menjadi aktin dan miosin. Akibatnya, otot ikan mulai menjadi keras dan kaku. Perubahan prerigor pada ikan terjadi secara serentak untuk semua kombinasi perlakuan setelah ikan mati (Liviawaty dan Afrianto, 2014).

2. Tahap Rigor Mortis

Rigor mortis terjadi sebagai hasil dari serangkaian perubahan kimia kompleks dalam otot ikan setelah kematian. Setelah ikan mati, sirkulasi darah terhenti dan suplai oksigen berkurang, menyebabkan glikogen berubah menjadi asam laktat. Ini mengakibatkan penurunan pH tubuh ikan, diikuti oleh penurunan jumlah adenosin TriPHosfat (ATP) serta kehilangan kekenyalan oleh jaringan otot (Risyanto et al, 2019).

3. Tahap Post Rigor

Post rigor merupakan awal dari proses pembusukan yang meliputi autolisis dan pembusukan oleh bakteri. Autolisis terjadi karena aktivitas enzim dalam tubuh ikan, yang mengakibatkan perombakan daging ikan dan membuatnya menjadi lembek. Autolisis adalah proses penguraian organ tubuh ikan oleh enzim-enzim yang terdapat di dalam tubuh ikan sendiri. Proses ini biasanya terjadi setelah ikan melalui fase rigor mortis. Setelah ikan mati, enzim masih aktif tetapi tidak terkontrol karena organ pengontrolnya tidak berfungsi lagi. Akibatnya, enzim dapat merusak organ tubuh ikan lainnya seperti dinding usus, otot daging, dan insang (Risyanto et al, 2019). Aktivitas enzim yang meningkat menghasilkan substansi yang baik bagi pertumbuhan bakteri (Putra, 2017).

Ikan yang telah kehilangan kesegarannya rentan terhadap pertumbuhan bakteri, yang dapat berdampak negatif pada kesehatan. Menurut Nurwantoro & Adjarijah (1997), *pseudomonas*

dan achromobacter adalah jenis bakteri yang seringkali menjadi penyebab kebusukan pada daging ikan, lebih sering dibandingkan dengan jenis daging lainnya. Perubahan karena aktivitas mikroba akan terjadi pembusukan. Biasanya, bakteri tidak dapat memasuki organ-organ penting dalam tubuh ikan saat ikan masih hidup karena adanya mekanisme pertahanan. Saat ikan mati, batasan tersebut hilang sehingga bakteri dapat masuk melalui insang, kulit, dan saluran pencernaan (Risyanto et al, 2019).

11.3 Persyaratan Mutu Ikan Segar

Ikan adalah produk makanan yang mudah membusuk sehingga perlu dijaga kesegarannya. Ikan segar adalah ikan yang baru ditangkap dan belum disimpan atau diawetkan. Kualitas ikan yang baik adalah yang tidak mengalami perubahan dan belum mengalami kemunduran. Kesegaran ikan sangat penting untuk mutu produk akhir yang dihasilkan. Terdapat metode utama untuk menilai tingkat kesegaran ikan, di mana pH daging ikan yang rendah menandakan ikan yang masih segar karena proses biokimia yang terjadi setelah kematian menghasilkan asam laktat yang menurunkan pH daging ikan (Shanti, 2017).

Kesegaran ikan pada umumnya tidak dapat ditingkatkan, namun dapat dipertahankan dengan menerapkan prinsip-prinsip yang benar dan tepat. Kualitas kesegaran ikan akan terus menurun seiring berlalunya waktu apabila tidak mendapatkan perlakuan penanganan yang sesuai (Andhikawati, A, dkk, 2023).

Penelitian Metusalach et al. (2014) menyatakan bahwa tingkat kesegaran ikan dipengaruhi oleh berbagai faktor, baik faktor internal maupun eksternal. Faktor internal mencakup aspek biologis yang berasal dari dalam ikan itu sendiri, sementara faktor eksternal

melibatkan proses pemeliharaan, waktu penanganan, metode penanganan, dan kualitas fasilitas penanganan ikan. Pengurangan kualitas pada ikan yang ditangkap di laut dapat dimulai sejak proses penangkapan dan akan terus berkurang hingga mencapai tangan konsumen.

Penurunan kualitas ikan akibat dari proses pascapanen tentu akan merugikan konsumen. Kerusakan tersebut dapat terjadi akibat metode penangkapan, penanganan, durasi rantai distribusi, dan kurangnya fasilitas yang digunakan. Setiap kematian ikan yang disebabkan oleh kesalahan penanganan pascapanen akan terkait dengan berbagai proses fisik dan kimiawi. Keadaan tersebut akan secara langsung memengaruhi kualitas ikan tersebut (Andhikawati, A, dkk, 2023). Cara untuk menilai kualitas ikan saat ini umumnya masih dilakukan secara manual, yaitu dengan melakukan pengamatan langsung terhadap ikan. Observasi ini melibatkan penilaian melalui pemeriksaan mata, insang, aroma, sayatan, dan tekstur permukaan ikan. Pada pengamatan mata ikan, tanda-tanda ikan yang terpapar formalin dapat dikenali melalui bola mata dan pupil yang cenderung tenggelam, kabur, serta adanya lendir berwarna kuning yang tebal. Pada ikan segar yang tidak mengandung formalin, mata tampak menonjol, pupil berwarna hitam yang bersinar, dan selaput mata transparan. Sebaliknya, pada ikan yang terpapar formalin, insangnya memiliki warna pucat, tampak kusam, dan agak keputihan. Beberapa situasi, ikan yang terpapar formalin juga dapat memiliki insang yang berwarna merah tua, bukan merah segar seperti biasanya (Khairunnisa, Munawir, Fadillah, N, 2020).

Ikan yang segar dan bebas formalin ditandai dengan insang yang berwarna merah terang dan tampil segar, sedangkan pada ikan yang terpapar formalin, sayatan dagingnya tampak pucat dan kusam. Ciri lainnya termasuk sayatan antar jaringan yang longgar dan isi perut yang tidak utuh. Pada ikan yang segar dan tidak mengandung formalin, saat diiris memiliki daging yang berwarna cerah, sedikit kemerahan sepanjang tulang belakang, serta isi perut yang utuh. Ikan yang terpapar formalin memiliki warna daging yang pucat dan tekstur yang keras. Ikan yang terpapar formalin jika ditekan dengan jari, ikan tersebut akan mengeluarkan bau asam, dan saat dipegang, terasa keras, kaku, dan tegang. Ikan yang segar dan tidak mengandung formalin memiliki warna yang cerah dan tekstur yang elastis. Ikan yang segar apabila ditekan dengan jari, akan menghasilkan aroma khas dan spesifik sesuai dengan jenisnya.

11.4 Kandungan Gizi Ikan

Ikan merupakan salah satu bahan makanan yang terkenal memiliki protein yang tinggi, ikan juga terkenal sebagai makanan yang dapat meningkatkan kecerdasan. Hal ini memicu beberapa pihak untuk melakukan sosialisasi konsumsi ikan lebih masif, agar masyarakat lebih termotivasi dan teredukasi dalam mengolah ikan sebagai sumber protein alternatif. Konsumsi ikan nasional pada tahun 2021 berdasarkan catatan Kementrian Kelautan dan Perikanan mencapai 55,16 kg/kapita setara ikan utuh segar. Angka ini mengalami peningkatan sebesar 1,10% dari tahun sebelumnya, mencapai 54,56 kg/kapita setara ikan utuh segar. Konsumsi ikan diharapkan mencapai 62,5 kg/kapita pada tahun 2024, setara dengan berat ikan utuh segar (Kemenkominfo, 2022). Keunggulan ikan sebagai bahan pangan yaitu dalam proses produksinya hanya

dibutuhkan waktu yang relatif singkat. Waktu pemeliharaan hanya memerlukan beberapa bulan dari awal hingga ikan mencapai ukuran yang siap dikonsumsi (Djunaidah, I.S, 2017).

11.4.1 Protein

Ikan adalah salah satu sumber protein hewani yang berasal dari perikanan. Ketersediaan protein hewani dari ikan umumnya 5-15% lebih tinggi daripada sumber protein nabati. Protein yang terdapat dalam ikan mencakup asam amino esensial lengkap, sehingga dapat memenuhi kebutuhan gizi tubuh manusia. Ikan juga mengandung asam lemak dalam komposisi gizinya. Protein dalam ikan terdiri dari asam amino esensial yang lengkap dan dapat dicerna dengan mudah oleh tubuh (Andhikawati, A, Junianto, Permana, R, Oktavia Y, 2021).

Kandungan protein pada ikan mencapai sekitar 10-20 gram per 100 gram ikan, atau sekitar tiga kali lipat dari total kebutuhan protein tubuh. Kebutuhan protein harian pada tubuh manusia berkisar antara 45-46 gram. Konsumsi ikan sebanyak 15-15% dari total kebutuhan protein orang dewasa dan 70% dari total kebutuhan protein anak-anak dapat memenuhi kebutuhan asupan protein pada tubuh. Ikan mengandung asam amino esensial seperti metionin, lisin, dan histidin. Asam amino tersebut termasuk asam amino pembatas dan hadir dalam jumlah yang lebih tinggi dibandingkan dengan sumber protein nabati (Andhikawati, A, Junianto, Permana, R, Oktavia Y, 2021).

Ikan dapat diklasifikasikan menjadi dua kategori berdasarkan tingkat proteinnya, yakni ikan dengan kandungan protein tinggi (15-20%) dan ikan dengan kandungan protein rendah (<15%). Profil asam amino dalam ikan menunjukkan variasi yang signifikan,

dengan perbedaan yang mencolok antara ikan yang hidup di air laut dan ikan yang hidup di air tawar (Tabel 1). Ikan mengandung berbagai jenis asam amino, termasuk namun tidak terbatas pada glutamat, aspartat, glisin, histidin, serin, alanin, arginin, treonin, prolin, tirosin, valin, metionin, sistein, leusin, isoleusin, lisin, dan fenilalanin. Perbedaan dalam komposisi asam amino di setiap jenis ikan dipengaruhi oleh kondisi habitat ikan yang berbeda. Umumnya air laut memiliki jenis dan jumlah asam amino yang lebih tinggi dan lengkap dibandingkan dengan ikan air tawar. Perbedaan ini disebabkan oleh ketersediaan pakan alami di habitat ikan. Habitat ikan air laut menyediakan pakan alami seperti *zooplankton* dan *fitoplankton*, yang kaya akan asam amino (Andhikawati, A, Junianto, Permana, R, Oktavia Y, 2021).

Tabel 11. 1. Komposisi Asam Amino pada Ikan Laut, Payau dan Tawar (%relatif)

| Asam Amino | Ikan Laut | | Ikan Payau | Air Tawar |
|---------------|-----------|---------|------------|-----------|
| | Demersal | Pelagis | | |
| Asam Gluamat | 0,51 | 6,74 | 1,27 | 0,31 |
| Asam Aspartat | 0,37 | 3,69 | 0,79 | 0,20 |
| Serin | 0,23 | 2,00 | 1,29 | 0,07 |
| Glisin | 0,24 | 2,25 | 0,27 | 0,09 |
| Histidin | 0,27 | 3,59 | 0,49 | 0,04 |
| Arginin | 0,15 | 2,23 | 0,29 | 0,13 |
| Treonin | 0,34 | 1,55 | 0,45 | 0,09 |
| Alanin | 0,14 | 1,55 | 0,78 | 0,12 |
| Prolin | 0,21 | 1,00 | 0,41 | 0,43 |

| Asam Amino | Ikan Laut | | Ikan | Air | Ikan | Air |
|--------------|-----------|------|------|-----|------|-----|
| Tirosin | 0,22 | 1,12 | 0,26 | | 0,07 | |
| Valin | 0,26 | 1,89 | 0,47 | | 0,10 | |
| Methionin | 0,17 | 1,19 | 0,22 | | 0,06 | |
| Sistein | 0,14 | 0,25 | 0,14 | | 0,16 | |
| Isoleusin | 0,22 | 1,35 | 0,35 | | 0,10 | |
| Leusin | 0,37 | 3,00 | 0,67 | | 1,16 | |
| Pheninalanin | 0,25 | 2,58 | 0,34 | | 1,08 | |
| Lisin | 0,29 | 3,55 | 0,53 | | 0,16 | |

Sumber: Andhikawati, A, Junianto, Permana, R, Oktavia Y. (2021).

Kandungan asam amino pada ikan air laut umumnya lebih tinggi daripada yang terdapat pada ikan air payau dan air tawar. Ikan air laut yang termasuk dalam golongan pelagis memiliki kandungan asam amino yang lebih tinggi daripada golongan demersal. Meskipun demikian, kandungan protein ikan air laut biasanya termasuk dalam kategori tinggi, dengan komposisi asam amino yang. Kandungan asam amino dalam ikan yang hidup di perairan dalam dipengaruhi oleh produktivitas primer yang rendah di habitat tersebut, oleh karena itu banyak organisme di habitat ini melakukan migrasi ke tempat yang lebih tinggi untuk mencari makan. Semakin dalam habitat suatu organisme, semakin terbatas jumlah dan variasi pakan yang tersedia. Ikan demersal memiliki jenis dan variasi pakan yang lebih terbatas dibandingkan dengan ikan pelagis, sehingga kandungan gizi ikan laut golongan demersal cenderung lebih rendah daripada ikan pelagis (Andhikawati, A, Junianto, Permana, R, Oktavia Y, 2021).

11.4.2 Lemak

Asam lemak omega-3 merupakan salah satu jenis asam lemak yang dapat ditemukan dalam ikan, khususnya pada jenis ikan yang memiliki kandungan lemak tinggi, yaitu lebih dari 20%. Khasiat asam lemak omega-3 termasuk peningkatan kecerdasan, terutama pada anak-anak. Ikan laut memiliki kandungan asam lemak omega-3 yang lebih tinggi daripada ikan air tawar. Pada ikan air tawar, kandungan omega-3 berasal dari pakan yang telah dimodifikasi dengan penambahan asam lemak omega-3. Lemak dalam ikan terutama termasuk dalam kategori asam lemak tak jenuh, termasuk dalam golongan omega-3. Asam lemak ini terdiri dari jenis jenuh dan tak jenuh, dan memiliki manfaat yang sangat baik untuk kesehatan tubuh. Jika lemak yang terdapat dalam ikan dipisahkan dari komponen lainnya dan disimpan pada suhu ruangan, akan berwujud sebagai minyak ikan (Andhikawati, A, Junianto, Permana, R, Oktavia Y, 2021).

Ikan yang berasal dari perairan laut memiliki kandungan lemak sekitar 2,5% dari total beratnya dan menyumbang kurang dari 20% dari total kalorinya. Sebagian besar ikan memiliki kandungan lemak di bawah 10% dari total lemak, sementara pada ikan berlemak tinggi seperti lemuru, salmon, dan tuna, kandungan lemaknya tidak melebihi 20%. Kandungan lemak pada ikan juga bisa diidentifikasi berdasarkan warna dagingnya, dimana ikan dengan daging merah cenderung memiliki kandungan lemak yang lebih tinggi dibandingkan dengan ikan berdaging putih. Kandungan lemak pada ikan yang hidup di air tawar berbeda dengan ikan yang hidup di air laut (Tabel 2). Perbedaan tersebut disebabkan oleh variasi habitat, lingkungan, dan jenis pakan yang tersedia. Perairan laut menyediakan beragam organisme, seperti plankton, alga, dan

kerang-kerangan, yang dapat menjadi sumber makanan yang kaya omega-3. Tubuh ikan tidak dapat secara alami mensintesis asam lemak omega-3, dan omega-3 pada ikan diperoleh dari makanan yang dikonsumsi. Berdasarkan kadar asam lemak pada ikan, ikan dapat dikelompokkan menjadi tiga kategori: 1) ikan berlemak tinggi dengan kandungan >15%, 2) ikan berlemak sedang dengan kandungan berkisar antara 5-15%, dan 3) ikan berlemak rendah dengan kandungan <5% (Andhikawati, A, Junianto, Permana, R, Oktavia Y, 2021).

Tabel 2 Komposisi Asam Lemak pada Ikan Laut, Tawar (%relatif)

| Asam Lemak | Ikan Laut | Ikan Air Tawar |
|------------------------|-----------|----------------|
| Miristat (C14:0) | 8,26 | 3,60 |
| Pentadekanoat (C15:0) | 0,48 | 0,80 |
| Palmitat (C16:0) | 15,81 | 23,1 |
| Stearat (C18:0) | 2,74 | 8,90 |
| Arakidat (C20:0) | 0,25 | 0,30 |
| Trioksanoat (C23:0) | 0,02 | 5,00 |
| Palmitoleat (C16:1) | 6,68 | 4,60 |
| Hepatnoat (C17:1) | 0,10 | 0,40 |
| Oleat (C18:1) | 4,24 | 0,30 |
| Eikosenoat (C20:1) | 1,3 | 0,50 |
| Nervonat (C24:1) | 0,44 | 2,90 |
| Linolelaidat (C18:2n9) | 0,1 | 3,20 |
| Linoleat (C18:2n6) | 1,24 | 1,50 |
| Linolenat (C18:3n3) | 0,68 | 2,40 |
| Arakidonat (C20:4n6) | 2,30 | 0,80 |
| EPA (C20:5n3) | 15,47 | 0,90 |
| DHA (C22:6n3) | 16,09 | 19,2 |

Sumber: Andhikawati, A, Junianto, Permana, R, Oktavia Y, (2021).

Sifat asam lemak pada ikan, khususnya pada kelompok omega-3, memiliki tingkat stabilitas yang rendah. Stabilitas lemak ikan dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti pemanasan, proses ekstraksi, paparan udara, cahaya, dan durasi penyimpanan. Kualitas dan mutu asam lemak ikan dapat dipengaruhi oleh cara penyimpanan yang optimal. Pada suhu rendah, mutu asam lemak ikan dapat dipertahankan dengan baik, karena asam lemak omega-3 cenderung stabil pada penyimpanan suhu rendah. Ketengikan lemak ikan dan kerusakan omega-3 selama penyimpanan dapat disebabkan oleh suhu penyimpanan yang tinggi dan paparan terhadap udara (Andhikawati, A, Junianto, Permana, R, Oktavia Y, 2021).

11.4.3 Karbohidrat

Karbohidrat dari sumber hewan dalam bentuk glikogen, yang terdapat dalam otot dan hati. Glikogen merupakan "pati hewani", terbentuk dari ikatan 1000 molekul, larut di dalam air (pati nabati tidak larut dalam air) dan bila bereaksi dengan iodium akan menghasilkan warna merah. Glikogen terdapat pada otot hewan, manusia dan ikan. Pada waktu hewan disembelih, terjadi kekejangan (*rigor mortis*) dan kemudian glikogen dipecah menjadi asam laktat selama post rigor. Glikogen merupakan karbohidrat majemuk yaitu kelompok polisakarida yang merupakan cadangan energi dan mempunyai peranan atau arti penting saat kematian ikan yaitu saat rigormortis/kekejangan (Pandit.I. G.S, 2012)

Glikogen merupakan sumber bahan bakar utama selama metabolisme anaerobik (pada proses glikolisis) di dalam white muscle ikan selama aktivitas berenang, namun kemampuan liver dan jaringan (*tissue*) untuk menyimpan glikogen terbatas. Total karbohidrat yang tersimpan sebagai glikogen tidak lebih 1% bobot

basah jaringan. Jaringan tubuh juvenil udang *P. japonicus* menyimpan karbohidrat dalam bentuk glukosa, asetil glukosamin, dan thehalosa. Ikan tidak dengan cepat memobilisasi cadangan glikogen yang tersimpan dalam hatinya bila mana ikan tersebut kelaparan.

Hal ini dibuktikan pada penelitian yang mengidikasikan bahwa oksidasi non karbohidrat (protein dan lemak) pada ikan yang dilaparkan mendahului mobilisasi dan hidrolisis glikogen menjadi gluconeogenesis. Glikogen terdapat dalam ikan dengan jumlah yang kecil yaitu $\pm 0,6 \%$, terdapat di darah, otot dan hati.

Salah satu produk hasil perikanan adalah rumput laut yang mengandung banyak sumber karbohidrat. *Eucheuma cottoni* merupakan penghasil kappa karaginan, sedangkan *eucheuma spinosum* merupakan penghasil karaginan. Rumput laut mempunyai kandungan nutrisi cukup lengkap. Secara kimia rumput laut terdiri dari protein (5,4%), karbohidrat (33,3%), lemak (8,6%). Maharany dkk (2017) melaporkan bahwa *E. cottonii* mengandung air 76,15%; abu 5,62%; protein 2,32%; lemak 0,11%; dan karbohidrat 15,8% dengan senyawa bioaktif yang terdiri dari *flavonoid, fenol, hidrokuinon triterpenoid*.

11.4.4 Vitamin

Vitamin dan mineral dalam ikan, selain asam lemak dan asam amino, hadir dalam jumlah yang bervariasi dalam komposisinya, meskipun dalam konsentrasi yang relatif rendah. Ikan mengandung berbagai jenis vitamin, baik yang larut dalam lemak maupun yang larut dalam air. (Tabel 3 dan Tabel 4). Umumnya hampir semua jenis ikan memiliki kandungan vitamin E (*tocopherol*) yang lebih tinggi dibandingkan dengan vitamin lainnya. Daging

ikan, banyak mengandung vitamin E, yang berperan dalam menjaga stabilitas asam lemak, terutama golongan asam lemak tak jenuh, dari pengaruh oksidasi lemak. Vitamin E merupakan salah satu factor yang larut dalam lemak. Keaktifan vitamin E pada beberapa senyawa tokoferol berbeda-beda. Vitamin E tahan terhadap suhu tinggi serta asam, tetapi karena bersifat antioksidan, vitamin E mudah teroksidasi terutama bila ada lemak yang tengik, timah dan garam besi serta mudah rusak oleh sinar ultra violet. Peranan vitamin E terutama karena sifatnya sebagai antioksidan. Dengan menerima oksigen, vitamin E dapat membantu saluran pencernaan. Dalam jaringan vitamin E menekan terjadinya oksidasi asam lemak tidak jenuh, dengan demikian membantu dan mempertahankan fungsi membran sel (Winarno,2002).

Selain vitamin E, terdapat beberapa vitamin dalam daging ikan, salah satunya adalah vitamin A. Ikan yang memiliki kandungan lemak lebih rendah cenderung memiliki kandungan vitamin A yang lebih banyak, sementara ikan dengan kandungan lemak yang lebih tinggi biasanya mengandung lebih banyak vitamin D (Andhikawati, A, Junianto, Permana, R, Oktavia Y, 2021).

Tabel 11. 2. Profil dan Jumlah Vitamin Pada Ikan Air Laut dan Ikan Air Tawar (mg/100 gr

| Vitamin | Ikan Air Laut | Ikan Air Tawar |
|---------|---------------|----------------|
| A | 20-00 | 35,15 |
| D | 5-20 | Trace |
| B1 | 0,2-3,0 | 0,06 |
| B2 | 0,01-0,5 | 3,48 |
| B6 | 0,2-0,8 | 0,5 |
| Niacin | 3,0-8,0 | 5,0 |
| Biotin | 1,0-10 | 10 |

| | | |
|-----------------|---------|-------|
| Asam Pantotenik | 0,4-1,0 | 0,5 |
| Asam Folat | 5,0-15 | 15 |
| B12 | 5,0-20 | 5,0 |
| C | Trace | Trace |

Sumber: Andhikawati, A, Junianto, Permana, R, Oktavia Y, (2021).

Tabel 11. 3. Profil Jumlah Mineral Pada Ikan Air Laut dan Ikan Air Tawar (mg/100 gr)

| Mineral | Ikan Air Laut | Ikan Air Tawar |
|---------|---------------|----------------|
| Na | 50-200 | 70,66 |
| K | 200-500 | 311 |
| Ca | 10-200 | 53,65 |
| Mg | 20-50 | 37,68 |
| P | 200-500 | 100 |
| Fe | 1,0-5,0 | 0,327 |
| Zn | 0,2-1,0 | 0,81 |
| Mn | 0,01-0,05 | 0,06 |
| Se | 0,02-0,1 | 0,02 |

Sumber: Andhikawati, A, Junianto, Permana, R, Oktavia Y, (2021).

Kandungan daging ikan dari perairan laut, mengandung sejumlah mineral seperti fosfor, magnesium, zat besi, seng, dan iodin. Mineral yang terdapat dalam ikan terbagi menjadi dua jenis, yaitu mikromineral, makromineral, dan elemen jejak. Mineral-mineral dalam daging ikan menjadi komponen kunci yang terikat dengan adenosin trifosfat (ATP) dan berperan dalam proses glikolisis. Kandungan mineral pada ikan dari air laut dan air tawar hampir serupa, dengan perbedaan hanya pada jumlah total mineral yang terdapat di dalamnya (Andhikawati, A, Junianto, Permana, R, Oktavia Y, 2021).

11.5 Kandungan Bioaktif pada Ikan

Zat aktif yang diperoleh dari organisme laut memiliki berbagai manfaat yang dapat dieksploitasi. Keuntungan yang dapat diperoleh termasuk sifat antiproliferatif, antioksidan, antimikrotubulus, dan manfaat lainnya. Peptida yang diambil dari makhluk laut juga telah terbukti memiliki sifat antioksidan, efek sitotoksik, dan anti-kanker.

Ikan air tawar juga memiliki potensi sebagai sumber komponen bioaktif yang dapat digunakan dalam pengembangan nutrasetika. Ikan lele air tawar memiliki potensi *Marine catfish Tachysurus dussumieri* memiliki potensi sebagai penghambat sel kanker. Penelitian menunjukkan bahwa protein yang telah dimurnikan menunjukkan efek penghambatan yang signifikan terhadap proliferasi sel adenokarsinoma usus besar manusia (HT 29) pada konsentrasi 20 µg/ml. Pengamatan komet dan analisis fluoresensi mikroskopis juga memvalidasi adanya peningkatan yang signifikan dalam fragmentasi DNA dan degradasi sel-sel HT 29 saat diobati dengan isolat protein (Andhikawati. A, 2021).

11.5.1 Petida pada ikan

Peptida bioaktif adalah fragmen protein spesifik yang selain bertindak sebagai sumber nitrogen dan asam amino juga memiliki banyak fungsi fisiologis potensial di dalam tubuh; ini termasuk aktivitas opioid, imunomodulator, antibakteri, antitrombotik dan antihipertensi (Murray & FitzGerald, 2007). Selain itu, beberapa peptida ini mungkin menunjukkan sifat multifungsi (Meisel, 2004). Jenis peptida bioaktif yang dihasilkan dari protein tertentu bergantung pada dua faktor: (a) urutan utama substrat protein dan (b) spesifisitas enzim yang digunakan untuk menghasilkan peptida

tersebut. Selain itu, peptida yang berbeda dapat dihasilkan melalui hidrolisis asam dan basa meskipun pendekatan ini umumnya tidak sesuai dengan strategi pembuatan bahan makanan. Meskipun hubungan struktur-aktivitas dari banyak peptida bioaktif belum sepenuhnya diketahui, beberapa fitur struktural telah diidentifikasi yang tampaknya mempengaruhi aksi biologis peptida (Harnedy. P.A dan Fitz Gerald. R. J, 2011).

Hasil penelitian menunjukkan peptide pada beberapa jenis ikan, crustacea, mollusca, echinodermata mempunyai aktivitas biologis. Aktivitas tersebut meliputi aktivitas antioksidan, antihipertensi, antikoagulan, dan pengikatan kalsium. Salah satu aktivitas yaitu, peptida antimikroba (AMPs) adalah komponen yang telah berevolusi dan terdapat secara permanen pada sistem imun bawaan dan ditemukan di seluruh makhluk hidup. Peptida ini memiliki spektrum antibiotik yang luas. Peptida antimikrobia terbukti mampu membunuh bakteri gram positif dan bakteri gram negatif, termasuk strain yang resisten terhadap antibiotik konvensional, mycobacteria, virus yang terbungkus kapsul, jamur, dan bahkan sel kanker. Tidak seperti kebanyakan antibiotik konvensional, peptida antimikrobia dapat meningkatkan kekebalan dengan berfungsi sebagai immunomodulator. Aktivitas peptide yang lain adalah peptida antioksidan.

Antioksidan merupakan molekul yang mampu memperlambat atau mencegah proses oksidasi molekul lain. Oksidasi adalah reaksi kimia yang dapat menghasilkan radikal bebas, sehingga memicu reaksi berantai yang dapat merusak sel. Antioksidan seperti tiol atau asam askorbat (vitamin C) mengakhiri reaksi berantai ini. Antioksidan dapat menjaga keseimbangan tingkat oksidasi, tumbuhan dan hewan memiliki suatu sistem yang

kompleks seperti glutathione dan enzim (misalnya: katalase dan superoksida dismutase) yang diproduksi secara internal atau dapat diperoleh dari asupan vitamin C, vitamin A dan vitamin E. Peptida antioksidan secara nyata mampu memperlambat atau menghambat oksidasi zat yang mudah teroksidasi meskipun dalam konsentrasi rendah. Antioksidan juga dapat didefinisikan sebagai senyawa-senyawa yang melindungi sel dari efek berbahaya radikal bebas. Oksigen reaktif jika berkaitan dengan penyakit, radikal bebas ini dapat berasal dari metabolisme tubuh maupun faktor eksternal lainnya. Komponen kimia yang berperan sebagai antioksidan adalah senyawa golongan fenolik atau polifenolik termasuk peptide.

11.5.2 Kandungan ACE (*Angiotensin Converting Enzyme*) Inhibitor

Protein terdiri dari kumpulan peptida dengan sekuens asam amino yang dapat menghasilkan senyawa bioaktif dengan kemampuan tertentu, seperti ACE inhibitor (anti-hipertensi), antioksidan, anti-diabetes, anti-kanker, anti-mikroba, antiamesia dan anti-inflamasi (Hamed *et al.* 2015; Suleria *et al.* 2016). Beberapa studi telah melaporkan bahwa beberapa peptida menunjukkan tingkat aktivitas penghambatan ACE yang tinggi. Peptida-peptida tersebut termasuk triptofan, fenilalanin, tirosin, dan prolin. Peptida-peptida ini memiliki residu aromatik di ujung terminal C dan asam amino alifatik di ujung terminal N. Peptida juga dapat memiliki ujung terminal C yang dikarboksil, seperti asam glutamat (Li, Le, Shi, & Shrestha, 2004; Ni, Li, Liu & Hu, 2012).

Tabel 11. 4. Potensi peptida bioaktif ACE inhibitor pada protein ikan lemuru

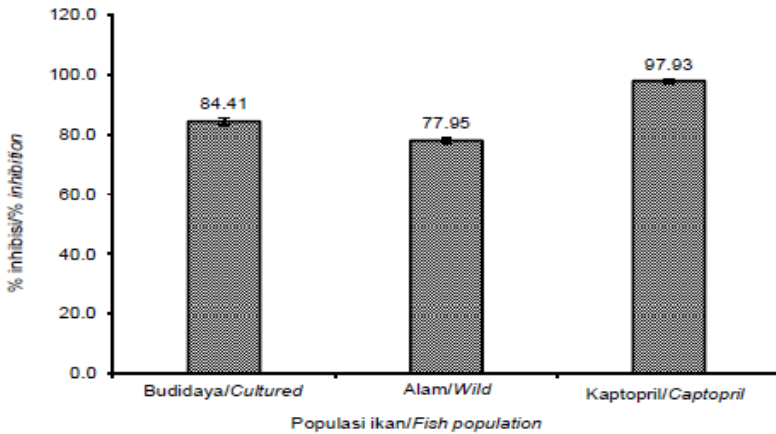
| No. | Nama protein | Jumlah ACE inhibitor | Frekuensi kemunculan |
|-----|--|----------------------|----------------------|
| 1. | Chytochrome B (CytoB) | 99 peptida | 0,26 |
| 2. | Cytochrome c oxidase subunit I (CytoC) | 124 peptida | 0,24 |
| 3. | NADH dehydrogenase subunit I (NADH) | 108 peptida | 0,33 |

Sumber: Crista A. Panjaitan. F, dkk 2022

Peptida-protein memiliki potensi besar sebagai penghambat ACE (enzim konversi angiotensin) atau disebut juga sebagai antihipertensi. Beberapa penelitian telah menjelajahi isolasi dan penyucian peptida-protein dari ikan sebagai agen antihipertensi. Sebagai contoh, sejumlah peptida seperti leulys-pro, ile-lys-pro, dan ile-try-his berhasil diidentifikasi dari hidrolisat ikan bonito kering. Dalam uji coba pada tikus, peptida-peptida ini terbukti mampu menurunkan tekanan darah sistolik (Majumder & Wu, 2015; Maqueda-Martinez, Miralles, Recio, & Ledesma, 2012). Selain itu, untaian peptida leu-lyspro-asn-met yang diisolasi dari hidrolisat ikan segar bonito juga menunjukkan potensi dalam menekan hipertensi (Majumder & Wu, 2015). Hidrolisat protein turunan moluska dan krustasea serta peptida penyusunnya telah terbukti menunjukkan aktivitas penghambatan ACE yang kuat secara in vitro. Ini termasuk protein dari kerangka ikan cod, kulit pollack, sisik ikan air tawar, tulang dan sisik ikan ekor kuning, kerangka sol kuning, kerangka tuna dan kerang, protein krill, remis, tiram dan otot udang serta protein sefalotoraks udang. Potensi komponen penghambat ACE secara umum dinyatakan sebagai konsentrasi komponen yang menghambat 50% aktivitas ACE dan dilambangkan dengan IC 50. Beberapa peptida dengan nilai ACE IC 50 pada kisaran 2,6–16 μ M

telah diisolasi dari limbah pengolahan laut, hidrolisat protein moluska dan krustasea (Byun dan Kim, 2001, Fahmi et al., 2004, Hai-Lun et al., 2006, Je dkk., 2004, Nii dkk., 2008).

Pengobatan hipertensi dan gagal jantung telah lama difokuskan pada manipulasi terapeutik jalur RAS (Sistem Renin-Angiotensin) dan khususnya penghambatan dua enzim kunci, yaitu renin dan ACE (Angiotensin-Converting Enzyme). Aktivitas RAS dimulai dengan pemecahan peptida angiotensinogen menjadi angiotensin I oleh enzim protease asam renin (FitzGerald et al., 2004). Selanjutnya, angiotensin I yang tidak aktif diubah menjadi vasokonstriktor angiotensin II oleh ACE, sebuah enzim karboksidiptidase (Meisel, Walsh, Murray, & Fitzgerald, 2006). ACE juga bertanggung jawab untuk menonaktifkan vasodilator bradikinin. Inhibitor renin dan ACE sintetis yang digunakan dalam pengobatan hipertensi termasuk aliskiren (renin), captopril, enalapril, alacepril, dan lisinopril (Gradman et al., 2008; Ondetti et al., 1977). Meskipun inhibitor-inhibitor sintetis ini efektif sebagai obat antihipertensi, mereka dapat menimbulkan efek samping yang merugikan, seperti batuk, reaksi alergi, gangguan pengecapan, dan ruam kulit. Oleh karena itu, peningkatan fokus dalam mengidentifikasi inhibitor alami yang lebih aman diperlukan untuk pencegahan dan pengobatan hipertensi di masa depan.



Gambar 11. 1. Aktivitas penghambatan ACE *Hemibagrus nemurus* dari budidaya, alam dan kaptopril

Grafik pada Gambar 11.1 menunjukkan aktivitas biologi aktioksidan populasi ikan baung sangat rendah, namun aktivitas penghambatan ACE sangat bagus yaitu sebesar $84,41 \pm 1,17$ (budidaya) dan $77,95 \pm 0,67\%$ (alam) per 50 mg sampel, sehingga berpotensi sebagai sumber protein untuk terapi kesehatan terutama sebagai penghambatan ACE (Susilowati dkk, 2017).

11.5.3 Omega 3 Pada Minyak Ikan

Asam lemak omega-3 adalah asam lemak tidak jenuh jamak yang mempunyai ikatan rangkap banyak, ikatan rangkap pertama terletak pada atom karbon ketiga dari gugus metil omega. Ikatan rangkap berikutnya terletak pada nomor atom karbon ketiga dari ikatan rangkap sebelumnya. Gugus metil omega adalah gugus terakhir dari rantai asam lemak. Contoh asam lemak omega-3 adalah asam lemak linolenat (C18:3, n-3), asam lemak eikosapentaenoat EPA (C20:5, n-3), dan asam lemak

dokosaheksaenoat (C22:6, n-3). Asam lemak omega-3 ternyata berpengaruh terhadap kesehatan terutama mencegah timbulnya penyakit jantung koroner dan mengambat kecepatan perkembangan dan kecepatan pertumbuhan sel kanker. Asam lemak omega (alfa-asam linolenat) mengimbangi fungsi asam arakidonat, yang dapat menyebabkan peradangan, Membersihkan VLDL (Very LowDensity Lipoprotein), Menurunkan produksi trigliserida dan apolipoprotein β (beta) dalam hati, bagian utama lipida dan protein dalam VLDL. Sebaliknya lipoprotein HDL yang disebut sebagai good cholesterol, bertugas mengangkut kolesterol dari jaringan dan dinding pembuluh darah ke hati untuk di metabolisme.

Minyak bahari atau ikan laut mengandung Eikosapentaenoat (EPA), asam dokosaheksaenoat (DHA), kandungan asam lemak jenuhnya rendah, kandungan asam lemak tidak jenuhnya tinggi, terutama asam tidak jenuh rantai panjang yang mengandung 20 atau ≥ 22 atom C (de Man, 1997)

Turunan Asam lemak dari asam lemak linoleat dan linolenat adalah asam arakidonat dari asam linoleat, eikosapentaenoat/EPA dan dokosaheksaenoat/DHA dari asam linolenat (tubuh dapat mensintesis). Akibat kekurangan asam lemak esensial kulit mengalami ekzema dermatitis, pertumbuhan terhambat, kerentanan terhadap infeksi meningkat, dibutuhkan untuk jaringan retina, kegagalan reproduksi serta gangguan pada kulit, hati, dan ginjal (Almatsier, 2004).

11.5.4 Antioksidan pada Ikan

Selain kandungan Omega -3, ada hal lain yang penting dalam kandungan minyak ikan yaitu antioksidan. Karena minyak marine adalah minyak tidak jenuh dan sangat rentan terhadap oksidasi selama proses terhadap oksigen, cahaya, dan panas. Antioxidants

adalah penting oleh karena kemampuan sebagai penghambat radikal bebaskan, yang mana dapat mengurangi oksidasi dan lainnya yang merusakkan reaksi di dalam sistem biologi dan makanan (Ted H. Wu, Peter J. Bechtel, 2008). Antioksidan merupakan suatu senyawa yang dapat menyerap atau menetralsir radikal bebas sehingga mampu mencegah penyakit-penyakit degeneratif seperti kardiovaskuler, karsinogenesis, dan penyakit lainnya.

Tabel 11. 5. Kandungan asam lemak omega-3 polyunsaturated sumber dari laut.

| Marine sources | EPA (%) | DHA (%) | DPA (%) | Reference |
|-------------------------|---------|---------|---------|------------------------|
| Fish | | | | |
| Menhaden oil | 18.3 | 9.6 | 1.8 | Ackman 2005 |
| Herring oil | 7.5 | 6.8 | 0.75 | |
| Cod liver oil | 12.2 | 12.7 | 1.7 | Copeman & Parrish 2004 |
| Cod flesh oil | 19.1 | 32.6 | 2 | |
| Capelin oil | 9.3 | 4.1 | 0.9 | |
| Skipjack tuna oil | 11.1 | 29.1 | 0 | Tanabe et al. 1999 |
| Baerfish oil | 5.1 | 10.8 | 2.4 | Budge et al. 2002 |
| Yellowtail flounder oil | 15 | 18.7 | 3.3 | |
| Winter flounder oil | 14.4 | 20.1 | 3.8 | |
| Haddock oil | 14.8 | 24.8 | 1.9 | |
| Halibut oil | 9.6 | 30.6 | 2.6 | |
| Mackerel oil | 8 | 19.3 | 1.6 | |
| Salmon oil | 6.2 | 9.1 | 1.8 | Aursand et al. 1994 |
| Marine mammals | | | | |
| Bearded seal oil | 9.27 | 13.38 | 4.76 | Shahidi 1998 |
| Grey seal oil | 5.23 | 7.12 | 4.94 | |
| Harbor seal oil | 9.31 | 7.76 | 4.22 | |
| Harp seal oil | 6.41 | 7.58 | 4.66 | |
| Hooded seal oil | 4.29 | 7.47 | 3.48 | |
| Ringed seal oil | 10.57 | 26.19 | 14.55 | |
| Crustaceans | | | | |
| Shrimp | 15.26 | 11.37 | 0.74 | Budge et al. 2002 |
| Red crab | 12.13 | 11.93 | 2.25 | |
| Rock crab | 20.74 | 10.35 | 2.06 | |
| Lobster | 17.04 | 7.69 | 1.29 | |
| Bivalves | | | | |
| Surf clam | 22.9 | 14.3 | Trace | Copeman & Parrish 2004 |
| Greenland cockle | 22.6 | 16.5 | 0.1 | |
| Blue mussel | 19.6 | 13.2 | 0 | |
| Icelandic scallop | 26.9 | 25.9 | 0 | |
| Cephalopods | | | | |
| Common octopus | 16.1 | 20.6 | 1.8 | Arts et al. 2001 |
| European squid | 14.3 | 31.6 | 0.4 | |
| Squid | 13.9 | 16.9 | 1.3 | |

Sumber: Shahidi. F and Priyatharini A. 2018

Senyawa antioksidan alami pada umumnya berupa vitamin C, vitamin E, karotenoid, senyawa fenolik, dan polifenolik yang dapat berupa golongan flavonoid, turunan asam sinamat, kuomarin, tokoferol dan asam-asam organik polifungsional. Golongan flavonoid yang memiliki aktivitas antioksidan meliputi flavon, flavonol, isoflavon, katekin, flavonol, dan kalkon. Turunan asam sinamat meliputi asam kafeat, asam ferulat, asam klorogenat, dan lain-lain.

Karotenoid adalah merupakan pigmen yang berwarna kuning, oranye, merah oranye, serta larut dalam minyak (lipida) dan mempunyai rumus kimia mirip dengan karoten (Winarno, 2002). Pada daging ikan salmon yang berwarna merah muda dikenal kaya karotenoid. Total karotenoid pada dasarnya dikenali sebagai antioksidan yang secara efektif mencegah terjadinya oksidasi lemak.

DAFTAR PUSTAKA

- Andhikawati. A, Junianto, Permana, R, Oktavia Y. (2021). Review: Komposisi Gizi Ikan Terhadap Kesehatan Tubuh Manusia. *Marinade*, 04(02), hal.76 – 84.
<https://ojs.umrah.ac.id/index.php/marinade/article/view/381>
- Andhikawati, A, dkk. (2023). Penyuluhan Mengenai Karakteristik Ikan Segar dan Ikan Mundur Mutu di Desa Cintaratu, Kabupaten Pangandaran. *Journal of Community Services*, 04 (1), hal. 21-25.
<https://jurnal.unpad.ac.id/fjcs/article/view/45215>
- Ayala, F. J. and Kiger, J.A. 1984. Modern Genetics. 2nded. Menlo Park: The Benjamin/Cunning Publ.Co., Inc
- Badan Standardisasi Nasional. 2006. SNI-01-236-2006 Pengujian Organoleptik dan atau Sensori. Jakarta.
- Campbell NA, dkk. 2000. Biologi. Edisi Kelima. Jilid 1. Jakarta: Erlangga.
- Djunaidah, I.S. (2017). Tingkat Konsumsi Ikan di Indonesia: Ironi di Negeri Bahari. *Jurnal Penyuluhan Perikanan dan Kelautan*, 11(1), hal. 12-24.
<https://jppik.id/index.php/jppik/article/view/82>
- [Guritno T, 2002, Kamus Ekonomi Bisnis Perbankan, Gajah Madah University Press, Cetakan III, Yogyakarta.](#)
- Harnedy. P.A dan FitzGerald.R.J,2011. Bioactive peptides from marine processing waste and shellfish: A review. *Journal of Functional Foods*. Volume 4, Issue 1, January 2012, Pages 6-24.

- Hidayah, R. Y. (2015). Pengaruh Penggunaan Berbagai Massa Lengkuas (Alpinia galanga) terhadap Sifat Organoleptik dan Daya Simpan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Segar (Doctoral dissertation, Universitas Negeri Semarang).
- Indrajit, R. E., & Djokopranoto, R. (2003). Manajemen Persediaan, Barang Umum dan Suku Cadang Untuk Pemeliharaan dan Operasi. Jakarta: Grasindo
- Jeane Damongilala. L. 2021. Kandungan Gizi Pangan Ikani. CV. Patra Media Grafindo Bandung.
- John M de Man. 1997. Kimia Makanan. ITB. Bandung Juwono.,
- Juniarto, A.Z. 2003. Biologi Sel., EGC. Jakarta.
- Kementrian Komunikasi dan Informatika. 2022. Hari Ikan Nasional ke-9: KKP Dorong Sektor Perikanan Jadi Penopang Ketahanan Pangan dan Gizi Nasional. Tersedia di: https://www.kominfo.go.id/content/detail/45835/hari-ikan-nasional-ke-9-kkp-dorong-sektor-perikanan-jadi-penopang-ketahanan-pangan-dan-gizi-nasional/0/artikel_gpr (Diakses: Februari 9, 2024).
- Khairunnisa, Munawir, Fadillah, N. (2020). Pengenalan Kualitas Ikan Berdasarkan Warna Mata Menggunakan Metode K-Nearest Neighbor (KNN). *Jurnal Ilmiah JURUTERA*, 7(2), hal 1-2. <https://ejurnalunsam.id/index.php/jurutera/article/view/246>
- Li, G. H., Le, G. W., Shi, Y. H., & Shrestha, S. (2004). Angiotensin I-converting enzyme inhibitory peptides derived from food proteins and their physiological and pharmacological effects. *Nutrition research*, 24(7), 469-486.
- Liviawaty, E., & Afrianto, E. (2014). Penentuan Waktu Rigor Mortis Ikan Nila Merah (*Oreochromis niloticus*) Berdasarkan Pola Perubahan Derajat Keasaman. *Jurnal akuatika*, 5(1).

- Majumder K., & Wu, J. (2015) Molecular Targets of Antihypertensive Peptides: Understanding the Mechanisms of Action Based on the Pathophysiology of Hypertension. *Int. J. Mol. Sci.* 16, 256-283.
- Maharany F, Nurjanah, Suwandi R, Anwar E, Hidayat T. 2017. Kandungan senyawa bioaktif rumput laut *Padina australis* dan *Euchema cottonii* sebagai bahan baku krim tabir surya. *Jurnal Pengolahan Hasil*
- Ni, H., Li, L., Liu, G., & Hu, S. Q. (2012). Inhibition mechanism and model of an angiotensin I-converting enzyme (ACE)-inhibitory hexapeptide from yeast (*Saccharomyces cerevisiae*). *PloS one*, 7(5), 1-7.
- Novianto, T.D, I M.S.E. (2020). Perbandingan Metode Klasifikasi pada Pengolahan Citra Mata Ikan Tuna. *Jurnal UNS*, hal 216. <https://jurnal.uns.ac.id/prosidingsnfa/article/download/216-223/29290>
- Panjaitan. F.C.A, Sunarti.S, Filli. P, Raini. P, Gressty S. 2022. Identifikasi Potensi Kandungan Peptida Bioaktif Ace Inhibitor pada Lemuru (*Sardinella lemuru*) dengan Teknik in Silico. *Prosiding Seminar Nasional Ikan XI Bogor*, 21 Juni 2022
- Pandit.I.G.S, 2012. *Biokimia Hasil Perikanan*. Warmadewa University Press. Denpasar Bali.
- Putra, A, B. (2017). Penagaruh Tingkat Kesegaran Ikan Gabus (*Ophiocephalus striatus*) (Pre Rigor, Rigor Mortis, Post Rigor Terhadap Minyak Ekstrak Albumin Dengan Metode Pengukusan). Malang. Skripsi Sarjana Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya.

- Risyanto, Indah. W.A, Akhmad> F (2009). Tingkat Ketahanan Kesegaran Ikan Mas (*Cyprinus carpio*) Menggunakan Asap. Jurnal kelautan vol. 2(1): 66-72
- Shahidi. F and Priyatharini A. 2018. Omega-3 Polyunsaturated Fatty Acids and Their Health Benefits. Annu. Rev. Food Sci. Technol. 2018. 9:345–81
- Shanti, G. D. (2017). Pemeriksaan Organoleptis dan pH (Keasaman) sebagai Syarat Mutu Keamanan Ikan Tuna (*Thunnus sp*). Universitas Udayana viewed, 10.
- Susilowati. R, Diini F, Sugiyono, 2017. Kandungan Nutrisi, Aktivitas Penghambatan ACE dan Antioksidan Hemibagrus nemurus Asal Waduk Cirata, Jawa Barat, Indonesia. JPB Kelautan dan Perikanan Vol. 12 No. 2 Tahun 2017: 149-162
- Ted H. Wu *, Peter J. Bechtel.2008. Salmon By-Product Storage And Oil Extraction. Journal Science Direct
- Winarno. 2002. Kimia Pangan dan Gizi. Gramedia.Jakarta.

BAB 12

BAHAN PENYEGAR SEBAGAI BAHAN PANGAN

Oleh Abdullah Mutis

12.1 Pendahuluan

Dalam setiap suapan dan tegukan makanan, kita sering kali merasakan sentuhan ajaib dari bahan penyegar. Dari rempah-rempah yang menyala di lidah hingga aroma kopi yang membangunkan Indra, bahan penyegar telah menjadi bagian tak terpisahkan dari pengalaman kuliner kita. Bahan penyegar dapat juga disebut sebagai stimulan. Stimulan, dapat didefinisikan sebagai substansi atau agen yang menyebabkan peningkatan sementara dalam aktivitas fungsional atau efisiensi suatu organisme atau bagian tubuhnya. Stimulan memiliki efek yang beragam, beberapa stimulan tidak hanya merangsang sistem saraf pusat (SSP), tetapi juga memiliki kemampuan untuk meningkatkan termogenesis, sehingga disebut sebagai stimulan termogenik. Manifestasi umum dari stimulasi aktivitas SSP mencakup peningkatan detak jantung serta tekanan darah diastolik dan sistolik.

Makanan stimulan, merupakan kelompok elemen makanan yang terkenal memiliki kemampuan merangsang respons fisiologis dan kognitif, berperan dalam meningkatkan kewaspadaan, energi,

dan fungsi kognitif. Minuman stimulan mengacu pada minuman atau campuran serbuk yang mengandung 75 miligram kafein atau lebih per 8 ons cairan. Umumnya, minuman ini melibatkan kombinasi suplemen lain seperti metilxantin, vitamin B, bahan herbal, dan zat lain yang dirancang khusus untuk memberikan atau meningkatkan energi. Terdapat beragam bahan penyegar atau stimulan dalam makanan, diantaranya Kafein, Menthol, dan Capsaicin.

12.2 Kafein

Kafein merupakan suatu stimulan alami yang termasuk dalam kelompok senyawa yang dikenal sebagai metilxantin. Rumus kimianya adalah $C_8H_{10}N_4O_2$. Kafein telah menjadi salah satu bahan yang banyak diteliti secara menyeluruh dalam konteks persediaan makanan. Kafein, sebagai senyawa methylxanthine yang merangsang sistem saraf pusat, umumnya dikonsumsi melalui kopi, teh, dan minuman ringan. Penggunaan kafein telah terkait dengan peningkatan kognisi dan peningkatan kinerja atletik dalam beberapa kasus, serta digunakan untuk mengatasi kantuk dan mengurangi kelelahan fisik. Namun penting untuk diingat bahwa penggunaan kafein juga dapat menyebabkan efek samping negatif, termasuk kecemasan, peningkatan tekanan darah, dan penurunan keterampilan motorik halus.

Kafein, diketahui sebagaimana, adalah zat alami yang ditemukan pada daun, biji, dan/atau buah dari setidaknya 63 spesies tanaman di seluruh dunia dan termasuk dalam kelompok senyawa yang disebut metilxantin. Sumber kafein yang paling umum dikenal meliputi kopi, biji kakao, kacang kola, dan daun teh. Kafein, yang merupakan fokus banyak penelitian dalam kopi, memiliki

mekanisme fungsi yang umumnya telah terdokumentasi. Efek psikostimulasi kafein mempengaruhi kinerja mental secara akut dan berpotensi mempengaruhi risiko penyakit neurodegeneratif jangka panjang, seperti Parkinson dan Alzheimer.

Proses penyerapan adalah jalur utama paparan kafein, di mana kafein umumnya tersedia secara hayati 100% dan cepat diserap setelah pemberian dosis intravena atau oral. Sekitar 99% dari dosis kafein yang diberikan pada manusia dapat diserap dalam waktu 45 menit. Kafein, setelah diserap, dengan cepat masuk ke otak dan tidak terakumulasi di aliran darah atau disimpan dalam tubuh. Kafein kemudian dikeluarkan dari tubuh melalui urin beberapa jam setelah dikonsumsi. Tidak ada kebutuhan nutrisi untuk kafein, dan zat ini dapat dihindari dalam diet jika diinginkan. Kafein memiliki sifat stimulasi terhadap otak dan sistem saraf, meskipun tidak mengurangi efek alkohol.

Meskipun sering digunakan untuk menghilangkan rasa lelah atau kantuk dalam jangka pendek, perlu diingat bahwa kafein dapat memiliki efek yang bervariasi pada setiap individu. Jumlah kafein dalam produk makanan bervariasi tergantung pada ukuran porsi, jenis produk, dan metode penyajian. Faktor seperti jenis tanaman juga mempengaruhi kandungan kafeinnya. Misalnya secangkir kopi seduh delapan ons biasanya mengandung 65-120 mg kafein, sementara satu porsi teh seduh delapan ons mengandung 20-90 mg. Minuman ringan kalengan 12 ons dapat mengandung 30-60 mg, sementara minuman energi dapat mencapai 50-160 mg atau lebih per porsi delapan ons, ditambah kafein dari guarana dan sumber tambahan lain yang biasanya tidak terdaftar sebagai kafein. Sebagai perbandingan, satu susu coklat padat umumnya hanya mengandung sekitar 6 mg kafein.

12.2.1 Dampak Kafein pada Kesehatan

1. Kardiovaskular

Hubungan antara kafein dan penanda kesehatan kardiovaskular telah diteliti dengan fokus pada aspek seperti aritmia jantung, pengukuran jantung, kolesterol serum, dan tekanan darah. Penelitian menyimpulkan bahwa konsumsi kafein dalam jumlah sedang (400 mg atau kurang, atau empat cangkir kopi atau kurang per hari) tidak memiliki dampak buruk pada kesehatan jantung. Meskipun data yang ada belum cukup untuk menyimpulkan risiko penyakit jantung koroner (PJK) atau kematian yang terkait dengan konsumsi kafein dalam jumlah yang jauh lebih tinggi. Hipertensi, yang merupakan faktor risiko penyakit jantung koroner dan stroke, dapat dikaitkan dengan konsumsi kafein.

Kafein dapat meningkatkan detak jantung dan tekanan darah secara akut setelah dikonsumsi, meskipun individu yang mengonsumsi kafein secara teratur dapat mengembangkan toleransi terhadap efek-efek ini. Sebuah penelitian menunjukkan hubungan antara asupan kafein dengan irama jantung yang tidak normal, terutama kontraksi atrium dan ventrikel jantung yang prematur. Kafein dalam bentuk tablet dikaitkan dengan peningkatan tekanan darah empat kali lebih besar dibandingkan kopi berkafein. Namun, ketika mempertimbangkan kafein saja atau dalam minuman selain kopi, hubungan sebab-akibat antara kafein dan irama jantung yang tidak normal tidak begitu jelas. Meskipun penelitian awal mendukung bahwa tekanan darah tetap reaktif terhadap kafein dalam makanan, penelitian terbaru terhadap wanita tidak mendukung klaim ini.

American Heart Association (AHA) menyatakan bahwa kaitan asupan kafein yang tinggi dengan meningkatnya risiko penyakit jantung koroner masih dalam penelitian. Suatu penelitian juga menemukan bahwa konsumsi kopi tidak berhubungan dengan peningkatan risiko. Studi Kesehatan menunjukkan bahwa konsumsi kopi, bahkan dalam jumlah tinggi, tidak berpengaruh pada tekanan darah. Namun, baik minuman cola biasa maupun diet dapat menyebabkan sedikit peningkatan tekanan darah. Meskipun perbedaan ini dapat disebabkan oleh bahan selain kafein atau efek perlindungan dari komponen lain, individu dengan tekanan darah tinggi disarankan untuk berkonsultasi dengan dokter mengenai asupan kafein, karena mereka mungkin lebih sensitif terhadap efek kafein pada tekanan darah.

2. Kesehatan reproduksi dan kesuburan

Terdapat beberapa makalah ulasan komprehensif yang mengeksplorasi hubungan antara kafein dan kesehatan reproduksi. Penelitian mengenai efek kafein terhadap konsepsi yang tertunda, keguguran (baik secara kromosom normal maupun anomali), cacat lahir, kelahiran prematur, dan berat badan lahir rendah telah dilakukan dan hasil penelitian menyimpulkan bahwa kafein tidak menyebabkan hasil-hasil tersebut. Hubungan yang ditemukan dalam penelitian yang kurang dianalisis secara teliti mungkin disebabkan oleh faktor lain seperti kebiasaan merokok. Sebagian besar penelitian epidemiologi tentang kafein dan kesuburan dipengaruhi oleh masalah metodologis, termasuk pengukuran asupan kafein yang tidak mampu, pengendalian yang tidak mampu terhadap faktor perancu yang mungkin terjadi, bias ingatan dalam

penelitian retrospektif, dan kurang data mengenai frekuensi penggunaan kafein yang tidak dilindungi hubungan seksual.

Meskipun terdapat keterbatasan ini, studi epidemiologi secara umum menunjukkan bahwa konsumsi kafein pada tingkat atau di bawah 300 mg per hari, setara dengan sekitar tiga cangkir kopi per hari, tidak mengurangi kesuburan pada wanita subur. Sebuah studi mengenai efek alkohol dan kafein terhadap kesuburan menunjukkan risiko yang signifikan saat alkohol dan kafein dikonsumsi secara bersamaan; Namun, tidak ada efek yang diamati ketika kafein dikonsumsi secara terpisah.

Teratologi

Sebagian besar penelitian epidemiologi menyimpulkan bahwa penggunaan kafein oleh ibu tidak terkait dengan peningkatan risiko cacat bawaan atau kelainan lahir pada janin. Sampai saat ini, belum ada bukti yang meyakinkan dari studi epidemiologi yang menunjukkan bahwa konsumsi kafein dalam jumlah sedang (300-1.000 mg per hari) oleh wanita hamil selama kehamilan dapat meningkatkan risiko cacat lahir. Namun, mengingat adanya masalah kesehatan wanita lainnya, seperti kesuburan dan keguguran, disarankan agar wanita hamil menjaga konsumsi kafein pada atau di bawah 300 mg/hari (setara dengan sekitar tiga cangkir kopi).

3. Osteoporosis

Seiring dengan meningkatnya kesadaran akan kejadian osteoporosis pada wanita pascamenopause, penelitian tentang hubungan antara asupan kafein dan kesehatan tulang telah menjadi salah satu topik utama. Konsumsi kafein dalam jumlah besar (lebih dari 744 mg/hari) telah terbukti

meningkatkan ekskresi kalsium dan magnesium melalui urin. Efek kafein terhadap kesehatan tulang terutama terkait dengan hilangnya kalsium, yang dikeluarkan melalui urin dan feses. Untuk setiap 150 mg kafein yang dikonsumsi, setara dengan satu cangkir kopi, 5 mg kalsium hilang. Efek ini terjadi bahkan beberapa jam setelah konsumsi kafein. Kafein juga menghambat jumlah kalsium yang diserap melalui saluran usus dan mengurangi jumlah yang ditahan oleh tulang. Namun, ekskresi kalsium bersifat kompleks dan dipengaruhi oleh banyak unsur makanan lainnya, seperti kalsium, kalium, fosfor, isoflavon, antioksidan, garam, oksalat, fitat, dan protein.

Penelitian tentang metabolisme kafein dan kalsium, serta kerusakan tulang, menunjukkan bahwa, seiring dengan peningkatan konsumsi kopi berkafein, konsumsi susu menurun. Kerusakan tulang menjadi lebih parah ketika asupan kalsium dari makanan tidak mencukupi. Penelitian menyimpulkan bahwa potensi dampak buruk kafein terhadap keseimbangan kalsium dan metabolisme tulang bergantung pada asupan kafein dan kalsium seumur hidup. Kafein juga dapat menghambat reseptor vitamin D, yang membatasi jumlah yang akan diserap. Karena vitamin D penting dalam penyerapan dan penggunaan kalsium dalam pembentukan tulang, hal ini juga dapat menurunkan kepadatan mineral tulang, meningkatkan risiko osteoporosis.

Sebuah penelitian pada wanita pascamenopause menunjukkan bahwa mereka yang mengonsumsi lebih dari 300 mg kafein kehilangan lebih banyak tulang di tulang belakang dibandingkan wanita yang mengonsumsi lebih

sedikit. Penelitian juga menunjukkan bahwa wanita dengan asupan kafein tinggi menderita lebih banyak patah tulang pinggul dibandingkan mereka yang menghindari kafein atau minum dalam jumlah sedang (1 hingga 2 cangkir per hari). Berdasarkan data, disarankan bahwa asupan kafein kurang dari 400 mg/hari tidak memiliki efek signifikan terhadap kepadatan tulang atau keseimbangan kalsium pada individu yang mengonsumsi setidaknya 800 mg kalsium per hari. Meskipun sebagian besar penelitian belum menemukan bukti konsumsi kopi atau kafein mengurangi kepadatan mineral tulang pada wanita yang mengonsumsi kalsium dalam jumlah yang cukup, hubungan positif antara konsumsi kafein dan risiko patah tulang pinggul dalam tiga penelitian menunjukkan bahwa membatasi konsumsi kopi menjadi tiga cangkir per hari (sekitar 300 mg kafein per hari) dapat membantu mencegah patah tulang pinggul pada orang dewasa yang lebih tua.

4. Kanker

Sebagian besar penelitian mengenai potensi keterkaitan antara kanker dan kafein telah difokuskan pada kopi dan teh. Isolasi efek kafein menjadi sulit karena perlu dilakukan penelitian secara khusus menitikberatkan pada kafein. Akibatnya, penelitian mengenai kafein dan dampaknya terhadap kanker masih terbatas. Meskipun demikian, referensi penelitian terkait kopi dan teh, yang mengandung kafein, umumnya menunjukkan hasil yang positif. Hasil penelitian menyimpulkan bahwa kafein kemungkinan tidak menjadi karsinogen pada dosis di bawah lima cangkir kopi per hari (kurang dari 500 mg kafein per hari). Bukti keseluruhan juga

menunjukkan bahwa kafein, terutama yang terdapat dalam kopi, tidak menyebabkan kanker pada payudara atau usus.

Meskipun penelitian kasus kontrol awal menunjukkan korelasi antara konsumsi kafein dengan kanker pankreas, kandung kemih, dan ovarium. Beberapa penelitian kasus kontrol menunjukkan penurunan risiko kanker kolorektal terkait konsumsi kopi, bahkan menyatakan bahwa minum minuman berkafein tidak hanya tidak meningkatkan risiko kanker usus besar atau kolorektal, tetapi bahkan memberikan efek perlindungan. Sebuah studi juga menegaskan bahwa tidak ada hubungan antara kanker rektal dan konsumsi minuman berkafein.

5. Penurunan resiko diabetes

Asupan kafein yang lebih tinggi berkaitan dengan pengurangan risiko diabetes. Sebaliknya, konsumsi teh tidak memiliki dampak pada risiko diabetes tipe 2. Dalam sebuah observasi sistematis terhadap sembilan studi kohort yang melibatkan lebih dari 193.000 partisipan pria dan wanita, ditemukan bahwa risiko diabetes tipe 2 turun sebesar 35% pada mereka yang mengonsumsi minimal 6 cangkir kopi per hari, dan risiko turun sebesar 28% pada mereka yang mengonsumsi antara 4-6 cangkir per hari, dibandingkan dengan yang mengonsumsi kurang dari 2 cangkir per hari. Dalam studi jangka panjang lainnya mengenai kaitan antara konsumsi minuman berkafein dan kejadian diabetes tipe 2, di mana lebih dari 41.000 peserta diamati selama sepuluh tahun dan konsumsi kopi dinilai setiap dua hingga empat tahun, hasilnya menunjukkan bahwa asupan kafein dari kopi dan

sumber lainnya dapat menurunkan risiko diabetes tipe 2 secara signifikan.

12.2.2 Dampak kafein terhadap nutrisi

Kafein, dalam jumlah tertentu, dapat memberikan dampak signifikan terhadap penyerapan nutrisi dan keseimbangan asupan tubuh. Dalam batas jumlah yang wajar (300 mg atau kurang per hari), kafein mungkin tidak berbahaya bagi kebanyakan orang dewasa yang sehat, namun, konsumsi berlebihan secara rutin (lebih dari 350 mg per hari) dapat menyebabkan ketergantungan, penipisan nutrisi, dan gangguan penyerapan nutrisi. Adanya kafein dapat mengganggu penyerapan zat besi dalam tubuh hingga 80%, yang penting untuk produksi sel merah. Disarankan untuk mengecualikan konsumsi minuman berkafein dari makanan atau suplemen yang mengandung zat besi setidaknya satu jam. Kafein juga memiliki efek diuretik ringan, meningkatkan buang air kecil, yang dapat menyebabkan hilangnya cairan dan berdampak pada vitamin seperti vitamin B.

Penting untuk memahami bahwa kelompok sensitif, seperti wanita hamil, anak-anak, orang lanjut usia, dan mereka dengan riwayat penyakit jantung, sebaiknya membatasi konsumsi kafein mereka hingga tiga cangkir kopi per hari, atau tidak lebih dari 300 mg/hari, untuk menghindari dampak buruk. Kafein, sebagaimana dikonsumsi dalam jumlah tertentu, dapat memiliki dampak signifikan terhadap penyerapan nutrisi dan keseimbangan asupan tubuh. Oleh karena itu, penting bagi individu untuk memahami batasan dan pertimbangan terkait konsumsi kafein. Kafein, ketika dikonsumsi dalam jumlah besar secara rutin (lebih dari 350 mg per hari), dapat menyebabkan ketergantungan. Lebih dari itu, konsumsi

berlebihan dapat menyebabkan penipisan nutrisi dan gangguan penyerapan nutrisi, mengingat kafein dapat mempengaruhi beberapa aspek penting dari proses penyerapan nutrisi oleh tubuh.

Seperti halnya kebanyakan faktor makanan, moderasi dan keseimbangan adalah kunci dalam asupan nutrisi yang optimal. Konsumsi kafein yang berlebihan dapat menyebabkan kekurangan nutrisi yang berpotensi mempengaruhi kesehatan jangka panjang. Oleh karena itu, penting untuk memahami dan memperhatikan jumlah kafein yang dikonsumsi, serta menjaga keseimbangan dalam asupan nutrisi secara keseluruhan. Dengan memahami dampak kafein pada penyerapan nutrisi, individu dapat membuat keputusan yang lebih sadar terkait konsumsi kafeinnya, memastikan bahwa keseimbangan nutrisi tubuh tetap terjaga untuk mendukung kesehatan dan kualitas hidup yang optimal.

12.2.3 Toleransi, ketergantungan dan penarikan kafein

Kafein, sebagai zat psikoaktif paling umum digunakan di seluruh dunia, telah menjadi fokus pembahasan seputar potensi ketergantungan selama bertahun-tahun. Walaupun berbagai obat dapat mempengaruhi individu dengan cara yang berbeda, sulit untuk membuat pernyataan umum tentang hubungan antara kafein dengan ketergantungan, toleransi, dan penarikan diri. Meskipun demikian, tidak ada sirkuit otak yang secara khusus menghubungkan kafein dengan ketergantungan, dan menurut kriteria yang ditetapkan oleh DSM-IV (American Psychiatric Association) pada tahun 2000, kafein tidak memenuhi persyaratan sebagai substansi yang berpotensi disalahgunakan. Seperti obat lainnya, orang yang mengonsumsi kafein secara rutin mungkin mempunyai toleransi terhadap efek tertentu, seperti kecemasan,

kecemasan, dan peningkatan detak jantung. Namun, penting dicatat bahwa toleransi ini terbatas pada efek-efek tersebut dan tidak berlaku untuk konsumsi konsumsi kafein terkait peningkatan kinerja mental.

Gejala umum kafein yang dilaporkan termasuk sakit kepala, kelelahan, lemah, kesulitan berkonsentrasi, depresi, kecemasan, mudah marah, ketegangan otot, gemetar, mual, atau muntah. Gejala ini biasanya mencapai puncaknya 20–48 jam setelah konsumsi kafein terakhir, dan pengguna dapat menghindarinya dengan secara perlahan mengurangi asupan kafein. Meskipun asupan kopi yang berlebihan tidak menyebabkan toksisitas organik, efek samping negatif dapat timbul, terutama terkait dengan pemanasan kafein. Meskipun overdosis jarang terjadi melalui konsumsi kopi, pil kafein dalam jumlah tertentu dapat menyebabkan gejala seperti hipertensi atau hipotensi, takikardia, muntah, demam, delusi, halusinasi, aritmia, serangan jantung, koma, dan bahkan kematian. Sebuah penelitian mengenai dampak kafein terhadap suasana hati dan kinerjanya menyimpulkan bahwa penggunaan kafein secara teratur umumnya memberikan manfaat bagi konsumennya, salah satunya adalah efek “penghilang rasa sakit”.

Studi eksperimental menunjukkan bahwa interval antara konsumsi kafein sepanjang hari tidak hanya dipengaruhi oleh tingkat akumulasi kafein, melainkan oleh berbagai faktor lainnya. Penting untuk dicatat bahwa peminum kopi yang tidak mengonsumsi minuman berkafein di pagi hari, bahkan hanya untuk sementara waktu, dapat mengalami gejala “caffeinewithdrawal” yang tidak menyenangkan di tengah hari. Gejala ini bersifat sementara dan dapat menghilang setelah beberapa hari berjalan, meskipun pada kelompok rentan seperti lansia, konsumsi

berlebihan dapat berhubungan dengan kurang tidur. Peminum kopi yang mengonsumsi lebih dari enam cangkir per hari juga dapat mengalami peningkatan ekskresi urin, yang menyebabkan ketidakseimbangan cairan yang negatif.

12.2.4 Makanan Mengandung Kafein

1. Kopi

Minuman atau ekstrak kopi adalah hasil dari proses infus atau perkolasi biji kopi yang telah disangrai dan digiling menggunakan air panas atau dingin. Perlu dicatat bahwa komposisi kimia kopi sangatlah bervariasi karena faktor-faktor seperti variasi dalam bahan mentah, metode pengolahan, dan cara penyeduhan yang berbeda, yang pada akhirnya mempengaruhi hasil akhirnya. Variabilitas ini dapat terlihat dalam berbagai aspek, termasuk campuran biji kopi dengan komposisi kimia yang berbeda, yang bergantung pada aspek genetik, asal usul, dan tingkat kematangan biji yang tumbuh dalam lingkungan yang berbeda. proses pascapanen, termasuk profil pemanggangan dan derajat pemanggangan, juga mempengaruhi komposisi akhir. Ukuran biji yang digiling dan proporsi bubuk kopi terhadap air dapat bervariasi secara signifikan antar negara dan budaya.

Penggunaan 6 g kopi per 100 mL merupakan hal umum di Eropa, sementara di Brasil menggunakan 10 g atau lebih, dan di Italia, 20 g bubuk kopi sangrai umum digunakan untuk 100 mL. Pada kopi espresso, proporsi yang digunakan oleh barista dapat mencapai 10 g untuk setiap 25 mL air, yang jauh melebihi proporsi tradisional. Berbagai metode penyeduhan, dengan perbedaan tekanan, suhu, dan waktu

kontak antara air dan bubuk kopi, juga memerlukan jumlah bubuk yang bervariasi. Filter yang terbuat dari bahan berbeda dalam beberapa metode penyeduhan juga dapat mempengaruhi komposisi akhir minuman. Selain itu, ukuran cangkir dapat berkisar dari 25 mL untuk espresso Italia hingga 600 mL di Amerika Serikat, meskipun cangkir standar Amerika sering setara dengan sekitar 250 mL. Cangkir filter Eropa tradisional, seperti yang diidentifikasi dalam penelitian, mengandung sekitar 150 mL. Metode analisis yang digunakan juga dapat menyebabkan variasi dalam hasil komposisi yang dilaporkan, terutama pada metode yang kurang sensitif dan spesifik. Oleh karena itu, tidak ada nilai standar yang ketat untuk mewakili komposisi kimia secangkir kopi.

Sejak zaman dahulu, makanan nabati digunakan untuk meningkatkan kesehatan dan mencegah penyakit. Selain nikmat rasanya, kopi juga dihargai oleh masyarakat dari berbagai belahan dunia karena efek stimulasi dan peningkatan kesehatannya. Meskipun dikenal dengan kepopulerannya dalam hal rasa dan aroma, kopi juga memiliki catatan khasiat obat yang mencengangkan. Dokter Timur Tengah, Avicenna, adalah salah satu yang pertama kali mendokumentasikan manfaat dan kegunaan kopi pada abad ke-10, menggambarkan sebagai dekonjestan, pelepas otot, dan infus diuretik. Pada abad ke-13, Sheikh Omar, seorang dokter-pendeta dari Mocha, dikatakan menemukan kopi di Arab dan menggunakannya sebagai obat untuk berbagai penyakit. Meskipun kedai kopi pertama dibuka di Mekah pada abad ke-15 untuk tujuan keagamaan, Dr. Leonard Rauwolf membawa kopi ke Eropa Barat pada abad ke-16 setelah perjalanannya ke

Aleppo, menggambarkan sebagai minuman yang hampir sehitam tinta dan bermanfaat untuk masalah perut.

Pengikut ajaran medis Hippocrates-Galenic, yang menguasai pemahaman tentang fisiologi dari abad keempat SM hingga abad kesembilan belas, memanfaatkan kopi untuk mengharmonisasikan 'humor' tubuh sesuai dengan sifat keseimbangan individu. Kopi dianggap bermanfaat bagi mereka dengan temperamen limfatik atau sendu, sementara individu yang optimis atau cemas dianjurkan untuk mengonsumsinya dengan penuh kehati-hatian. Inilah sebabnya mengapa kedai kopi, yang diperkenalkan pertama kali di Eropa pada abad ketujuh belas, sering direkomendasikan bagi mereka yang sedang mengalami penyakit sebagai bagian dari perawatan mereka. Pada abad kedelapanbelas, kedai kopi juga menjadi tempat pertemuan sosial dan perdagangan, dan seiring berjalannya waktu, semakin banyak kedai kopi yang dibuka dan meraih popularitas.

Komponen kopi yang paling banyak dipelajari, kafein, menunjukkan variasi yang signifikan tergantung pada spesies tanaman kopi, metode pemanggangan biji kopi, dan teknik penyeduhan minuman. Kandungan kafein pada kopi berkafein berkisar antara 58 hingga 259 mg per dosis. Sebuah penelitian mengungkapkan bahwa rata-rata kandungan kafein pada kopi spesial yang diseduh mencapai 188 mg untuk cangkir berukuran 16 oz (AS), namun, variasinya cukup tinggi. Bahkan dilaporkan rentang konsentrasi kafein yang sangat luas, yaitu 259 hingga 564 mg per dosis, dalam minuman kopi yang diperoleh dari outlet yang sama selama enam hari

berturut-turut. Komposisi kimia biji kopi yang telah dipanggang juga telah dijelaskan secara rinci. Secara umum, biji kopi mengandung sekitar 43% karbohidrat, dengan sebagian besar (70-85%) terdiri dari polisakarida, arabinogalaktan, mannan, glukukan, dan sisanya mencakup sukrosa, gula pereduksi, lignin, dan pektin. Protein menyumbang sekitar 7,5–10%, sedangkan senyawa nitrogen lainnya termasuk 1% kafein, 0,7–1% trigonelin, dan 0,01–0,04% asam nikotinat. Lipid terbentuk sekitar 10–15% dari komposisi biji kopi, dengan triasilgliserol yang menghasilkan sekitar 75%, ester diterpen dan diterpen bebas 18,5%, dan sisanya berupa ester sterol, sterol bebas, sterilglukosida, lilin, tokoferol, dan fosfatida. Melanoidin menyumbang sekitar 25%, sedangkan mineral dan asam organik dan anorganik membentuk 3,7–5%. Ester, termasuk 1–4% asam klorogenat dan senyawa fenolik lainnya, serta 1,4–2,5% asam alifatik dan asam kuinat, bersama dengan senyawa minor lainnya yang mungkin khusus untuk spesies tertentu.

Kopi adalah minuman yang sangat populer, dihargai di seluruh dunia bukan hanya karena rasa dan aromanya yang menyenangkan, tetapi juga karena sifat fisiologis dan psikoaktifnya, terutama disebabkan oleh senyawa seperti metilxantin. Meskipun kopi tidak menyediakan nutrisi esensial, minuman ini telah menjadi pelengkap makanan tradisional dan terus digunakan untuk tujuan hedonistik dan psikostimulan. Kepuasan sensorik yang diberikan oleh kopi memiliki variasi yang luas, memicu berbagai pilihan untuk menyiapkan minuman, mulai dari espresso hingga variasi lainnya. Di industri negara-negara, kedai kopi khusus memiliki

peran penting seiring dengan restoran dan jaringan makanan cepat saji. Industri mesin pembuat kopi juga berkembang pesat, memenuhi kebutuhan untuk persiapan dan konsumsi kopi yang mudah diakses oleh banyak orang.

Konsumsi kopi tidak hanya terbatas pada minuman, melainkan juga mencakup infus kopi yang dikonsumsi sebagai bagian dari makanan atau sebagai bahan makanan ringan dan makanan penutup. Dalam budaya Barat, kopi sering menjadi menu sarapan wajib, dianggap dapat memberikan dampak positif terhadap aktivitas kerja. Penelitian menunjukkan bahwa pemilihan jenis kopi dan sereal saat sarapan dapat mempengaruhi profil kognitif, termasuk memori kerja, perhatian, suasana hati, dan fungsi kardiovaskular. Keterkaitan kopi dengan aktivitas kerja juga terlihat dalam peningkatan konsumsi di tempat kerja, yang diperkirakan dapat meningkatkan kinerja. Dalam beberapa konteks, dosis kafein yang diambil melalui kopi dapat mengurangi rasa kantuk, seperti pada pengemudi di pagi hari atau mereka yang mengalami tidur siang. Oleh karena itu, minum kopi bukan hanya sekedar kebiasaan yang menyenangkan, tetapi juga dapat berperan dalam mendukung kesejahteraan dan kinerja sehari-hari, terutama di lingkungan kerja atau saat aktivitas yang memerlukan konsentrasi.

a. Efek pemanggangan kopi pada kafein

Pemanggangan biji kopi, teknik pembuatan bir, dan konsumsi kopi memiliki variasi yang signifikan di seluruh dunia. Perbedaan dalam proses pemanggangan terlihat antara Perancis dan Amerika, di mana pemanggangan tampaknya lebih intensif di Perancis.

Preferensi teknik pembuatan bir dan konsumsi kopi juga bervariasi di delapan negara Eropa, dengan minuman instan dan filter tetes mengandung sedikit diterpen, sementara minuman rebus atau minuman Turki/Yunani memiliki konsentrasi tinggi diterpen. Minuman kopi tanpa filter umumnya dikonsumsi oleh masyarakat lanjut usia di Eropa, dengan perbedaan yang mencolok antara negara seperti Denmark, Belanda, Polandia, dan Portugal. Konsumsi kopi merupakan fenomena dinamis yang terus-menerus dipengaruhi oleh tren gaya hidup. Misalnya, di Swedia, terdapat perubahan nyata dalam konsumsi makanan yang mengindikasikan penurunan kopi rebus.

Meskipun kopi sudah menjadi bagian integral dari budaya Barat, penelitian tentang aspek-aspek penyiapan dan konsumsi kopi masih terbatas. Penelitian pada komunitas kulit putih kelas menengah di California Selatan menunjukkan bahwa kebiasaan minum kopi dimulai sekitar usia 20 tahun dan beralih ke kopi tanpa kafein pada usia sekitar 50 tahun. Selain itu, penelitian juga menyoroti penurunan aktivitas antioksidan seiring dengan tingkat pemanggangan, dengan aktivitas antioksidan maksimum terjadi pada kopi sangrai sedang. Perlakuan panas selama penyangraian dapat mengurangi kadar antioksidan alami, tetapi sifat antioksidan secara keseluruhan dapat ditingkatkan dengan pengembangan senyawa reaksi Maillard (MRP). Selain itu, preferensi penyangraian kopi sering kali dipengaruhi oleh ciri-ciri budaya, seperti kecenderungan warga Perancis yang menyukai kopi dengan pemanggangan yang lebih intensif.

Perbedaan dalam cara penyeduhan juga dapat mempengaruhi hasil antioksidan pada peminum kopi. Misalnya saja, konsumsi kopi tanpa filter seperti yang umum di Italia dapat meningkatkan glutathione plasma dan asam klorogenat yang berkonjugasi efisien dengan glutathione.

b. Manfaat kesehatan

Minum kopi, yang secara tidak langsung mendukung kesehatan melalui tujuan sosialisasi dan relaksasi, menjadi faktor penting karena peran stres yang besar dalam perkembangan beberapa penyakit dengan potensi komplikasi yang fatal. Selain itu, kopi terbukti memiliki dampak pencegahan terhadap gangguan degeneratif, yang banyak di antaranya terkait dengan efek neurostimulasi, antioksidan, dan anti-inflamasi. Sebuah studi kohort prospektif di Amerika Serikat, yang melibatkan lebih dari 400.000 partisipan, menjadi penelitian terbesar pada manusia mengenai kopi dan kesehatan. Studi ini menemukan hubungan terbalik yang signifikan antara konsumsi kopi dan kematian akibat penyakit jantung, penyakit pernafasan, stroke, cedera dan kecelakaan, diabetes, dan infeksi, semuanya merupakan penyebab utama kematian menurut WHO tahun 2017.

Angka kematian total menunjukkan penurunan hingga 16% baik pada pria maupun wanita yang mengonsumsi 4–5 cangkir kopi per hari. Asosiasi serupa juga diamati pada peserta yang cenderung meminum kopi, baik yang mengandung kafein maupun yang tidak, menunjukkan bahwa kontribusi utama terhadap

penurunan risiko penyakit mungkin bersumber dari efek sinergis atau aditif dari berbagai senyawa dalam kopi. Bagian berikut akan merangkum hasil penelitian yang membahas pengaruh kesehatan kopi secara lebih rinci, mengeksplorasi efek yang telah dipelajari secara mendalam.

1) Stimulasi hiper dan kualitas serta durasi tidur

Minum kopi berkafein dapat memicu tingkat iritabilitas dan kecemasan, juga merugikan kualitas tidur dengan memperpanjang waktu yang dibutuhkan untuk tidur, mengganggu kedalaman tidur, dan mengurangi total waktu tidur. Efek ini juga bisa mengakibatkan terbangunnya lebih sering atau fragmentasi tidur. Kehadiran kafein dalam minuman energi dan risiko overdosis pada anak-anak telah mendorong otoritas kesehatan untuk mengeluarkan dan menetapkan panduan konsumsi kafein yang aman. Salah satu panduan terbaru adalah pendapat ilmiah EFSA tahun 2015 tentang keamanan kafein (EFSA 4102, 2015a). Beberapa otoritas kesehatan nasional, seperti laporan Departemen Pertanian AS (2015), juga telah menerbitkan laporan serupa. Konsensus umum menyatakan bahwa kebiasaan mengonsumsi hingga 400 mg kafein per hari, atau hingga 200 mg per porsi, dianggap tidak menimbulkan risiko keamanan bagi orang dewasa yang tidak sedang hamil. Dalam kerangka ini, mengingat kisaran antara 100 dan 200 mg kafein per

cangkir, hal ini setara dengan mengonsumsi 2–4 cangkir kopi setiap harinya.

2) Kinerja mental dan fisik

Efek stimulasi dari kopi dikenal berasal dari kemampuan kafein untuk meningkatkan kinerja mental, termasuk meningkatkan kewaspadaan dan persepsi. Menurut EFSA, dosis sekitar 75 mg diperlukan untuk mencapai efek ini, meskipun respon terhadap kafein dapat bervariasi secara signifikan antar individu. Kafein tidak hanya berkontribusi pada peningkatan kewaspadaan, tetapi juga dapat mempengaruhi fungsi lain seperti memori dan suasana hati. Komponen kopi selain kafein juga memiliki dampak pada kinerja kognitif pada populasi lansia, meskipun dalam tingkat yang lebih kecil dibandingkan kafein. Kopi tanpa kafein yang diperkaya asam klorogenat dapat meningkatkan kewaspadaan dan mengurangi sakit kepala serta kelelahan mental dibandingkan dengan kopi tanpa kafein biasa. Variabilitas besar dalam efek stimulasi kafein antar individu disebabkan oleh perbedaan dalam kemampuan metabolisme dan eliminasi kafein dari tubuh. Pemetabolisme lambat dapat menyebabkan efek kumulatif dari beberapa cangkir kopi pada individu tersebut. Meskipun konsumen kafein biasanya mengembangkan toleransi terhadap efek kafein, perlu diperhatikan respons individu terhadap asupan kafein pada waktu yang berbeda dalam sehari.

Kopi dan produk kafein lainnya telah lama digunakan oleh atlet karena efek positifnya pada daya tahan dan kapasitas latihan, terutama melalui pengaruhnya pada mekanisme saraf. Kafein juga dapat mengurangi persepsi nyeri melalui peningkatan sekresi β -endorfin, menunjukkan sifat analgesik. Dosis kafein aktif yang ditemukan berada sekitar 3 mg per kg berat badan, diminum sekitar 1 jam sebelum berolahraga. Namun, efek optimal dapat bervariasi pada setiap individu. Kafein juga memiliki dampak pada kesehatan mental dan fisik perempuan serta anak-anak. Pada wanita hamil, perubahan hormonal dapat memperlambat metabolisme kafein, dan dosis tertentu dapat memiliki efek jangka panjang pada janin. Meskipun laporan keamanan kafein EFSA menyatakan bahwa konsumsinya aman selama kehamilan, disarankan untuk membatasi asupan hingga 200 mg per hari. Pada anak-anak, terdapat perbedaan budaya dalam konsumsi kopi, dan EFSA menyarankan batas 3 mg kafein per kg berat badan per hari. Risiko jangka pendek untuk anak-anak melibatkan potensi kecemasan dan kegugupan. Selain itu, kafein juga dapat mempengaruhi sistem yang diakui berbasis otak dopamin, menunjukkan potensi dalam pengobatan Kecanduan sosio-farmakologis. Penggunaan kopi dalam pengobatan alkoholisme dan kecanduan narkoba sedang dipertimbangkan. Oleh karena itu, kopi dan kafein memiliki dampak yang

signifikan pada berbagai aspek kesehatan dan kinerja manusia.

3) Kesehatan kognitif

Efek akut kafein telah dibahas dalam konteks kinerja mental, dan sekarang kita akan mengeksplorasi dampak jangka panjang konsumsi kopi terhadap penurunan risiko penyakit degeneratif kognitif. Seiring bertambahnya usia, fungsi kognitif seperti kemampuan verbal, penalaran induktif, dan kecepatan persepsi cenderung mengalami penurunan. Faktor-faktor seperti genetika, peristiwa kehidupan, dan gaya hidup dapat mempengaruhi tingkat dan amplitudo penurunan ini. Sejumlah besar penelitian epidemiologi menunjukkan bahwa konsumsi kopi secara teratur dapat berhubungan dengan penurunan risiko penurunan kognitif pada usia lanjut. Sebuah meta-analisis menunjukkan adanya efek perlindungan yang jelas dari konsumsi kafein, bukan hanya dari kopi itu sendiri. Penyakit Alzheimer, yang merupakan penyebab paling umum dari demensia dengan penurunan kognitif progresif, menunjukkan hubungan terbalik dengan konsumsi kopi. Risiko perkembangan penyakit Alzheimer dapat berkurang hingga 27% jika mereka mengonsumsi kopi secara teratur. Mekanisme ini diduga terkait dengan efek anti-inflamasi kafein pada reseptor, serta kemampuannya mengurangi pengendapan peptida beta-amiloid di otak, yang merupakan karakteristik patologi pada pasien penyakit Alzheimer.

Selain kafein, polifenol dalam kopi juga dikaitkan dengan penurunan risiko penyakit Alzheimer. Dalam konteks penyakit Parkinson, yang merupakan kelainan neuropatologis yang mempengaruhi fungsi motorik, konsumsi kopi juga menunjukkan hubungan terbalik dengan risiko terkena penyakit ini. Peminum kopi memiliki risiko 25% lebih rendah terkena penyakit Parkinson dibandingkan non-peminum kopi, menurut hasil meta-analisis. Mekanisme potensial melibatkan kemampuan kafein untuk memblokir reseptor adenosin di otak. Trigonelin, senyawa dalam kopi, juga dapat memberikan efek neuroprotektif yang signifikan pada model hewan pengerat. Dalam konteks respon kognitif terhadap asupan kopi, terdapat perbedaan gender. Wanita, terutama mereka yang berusia 80 tahun atau lebih, mungkin mendapatkan manfaat kinerja kognitif yang lebih baik dari asupan kopi sepanjang hidup mereka. Namun, asupan kafein melalui kopi tidak sepenuhnya melawan penurunan kognitif yang terkait dengan usia.

Selain manfaat terhadap kinerja kognitif, konsumsi kopi juga dapat memberikan efek positif pada sistem saraf. Ada penelitian yang menunjukkan bahwa penambahan kopi pada terapi antikonvulsan dapat menekan kejang tidur, dan anak-anak hiperaktif mungkin mendapat manfaat dari konsumsi kopi. Dengan demikian, konsumsi kopi tidak hanya terkait

dengan manfaat kinerja kognitif dan penurunan risiko penyakit degeneratif kognitif, tetapi juga memiliki dampak positif pada sistem saraf dan kondisi saraf tertentu.

4) Penyakit kardiovaskular

Salah satu kesalahpahaman umum terkait kopi dan kesehatan adalah keyakinan bahwa risiko penyakit kardiovaskular meningkat dengan konsumsi kopi. Keyakinan ini muncul karena kafein dapat meningkatkan tekanan darah dan mengurangi sensitivitas insulin secara akut setelah konsumsi kopi. Namun, pemahaman ini telah berkembang seiring dengan penemuan bahwa sebagian besar efek kafein akut ini tidak lagi relevan dengan konsumsi kopi secara teratur. Mekanisme adaptasi dan komponen lain dalam kopi, seperti asam klorogenat dan trigonelin, dapat mengkompensasi efek disfungsi endotel dan resistensi insulin. Sejumlah penelitian telah menguatkan kesimpulan bahwa konsumsi kopi sebenarnya dapat memiliki efek perlindungan terhadap penyakit kardiovaskular. Studi epidemiologi menunjukkan hubungan terbalik antara konsumsi kopi dan risiko penyakit kardiovaskular, serta mortalitas akibat penyakit kardiovaskular.

Penelitian yang melibatkan wanita pascamenopause selama 15 tahun menunjukkan bahwa konsumsi kopi dapat mengurangi risiko penyakit kardiovaskular dan peradangan lainnya, serta menurunkan angka kematian akibat penyakit

tersebut. Efek ini diatributkan pada kemampuan kopi untuk menghambat proses inflamasi melalui senyawa antioksidan dan anti-inflamasinya. Sebuah meta-analisis yang melibatkan 21 studi prospektif dengan hampir satu juta peserta menunjukkan bahwa konsumsi kopi berhubungan terbalik dengan risiko kematian akibat penyakit kardiovaskular. Studi terbaru dengan melibatkan dua studi kohort besar di Amerika Serikat juga menemukan hubungan terbalik antara konsumsi kopi dan kematian akibat penyakit kardiovaskular dan saraf. Meskipun manfaat ini sedikit berkurang pada konsumsi yang lebih tinggi.

Khususnya untuk risiko stroke, penelitian telah menunjukkan bahwa konsumsi kopi, baik yang mengandung kafein maupun tanpa kafein, tidak meningkatkan risiko stroke pada wanita. Bahkan, terdapat indikasi bahwa konsumsi kopi mungkin sedikit mengurangi risiko stroke. Hasil meta-analisis yang melibatkan hampir setengah juta peserta dan 10.003 kasus stroke juga memperkuat temuan bahwa konsumsi kopi dalam jumlah sedang berkaitan dengan hubungan terbalik, meskipun sederhana, terhadap risiko stroke. Dengan demikian, seiring penelitian yang lebih mendalam, ditemukan bahwa konsumsi kopi tidak hanya tidak meningkatkan risiko penyakit kardiovaskular, tetapi bahkan dapat memberikan perlindungan terhadapnya, menunjukkan bahwa kopi dapat menjadi bagian dari gaya hidup yang sehat.

2. Teh

Teh yang berasal dari daun, kuncup, dan ruas tanaman *Camellia sinensis*, telah menjadi minuman yang populer selama hampir 2.000 tahun, dimulai di Tiongkok. Minuman ini menempati peringkat kedua setelah air dalam daftar minuman yang paling banyak dikonsumsi. Ada dua jenis teh yang paling umum diminum, yaitu teh hijau dan hitam. Teh hijau dihasilkan dengan mengeringkan dan memanggang daun, sedangkan teh hitam melibatkan fermentasi daun tersebut. Teh *Camellia sinensis* menjadi minuman paling banyak dikonsumsi kedua di dunia setelah air putih. Di Jerman, sekitar setengah penduduknya minum teh setiap hari, menghasilkan konsumsi tahunan sekitar 30 L teh per individu. Meskipun ada variasi regional yang signifikan, minuman ini tetap menjadi pilihan utama di banyak wilayah. Minuman teh hijau, yang terbuat dari daun teh *Camellia sinensis*, adalah minuman non-alkohol tertua dan paling banyak dikonsumsi di seluruh dunia setelah air. Keberhasilannya disebabkan oleh karakteristik sensorik yang menyenangkan, manfaat kesehatan yang terbukti secara ilmiah, nilai sosiokulturalnya yang unik, sifat stimulannya, dan harganya yang relatif terjangkau.

Tanaman teh yang berasal dari Tiongkok Tenggara ini telah menyebar ke berbagai negara tropis dan subtropis, serta menjadi bahan produksi komersial di Eropa dan negara-negara dengan tingkat konsumsi teh hijau tinggi. Tingkat konsumsi teh hitam per kapita tertinggi tercatat di Turki, meskipun negara-negara Barat cenderung memiliki tingkat konsumsi kopi yang tinggi. Teh yang dihasilkan dari pucuk muda *Camellia sinensis* memiliki sifat unik seperti aroma, rasa,

warna, dan manfaat kesehatan, yang menjadi faktor penentu kualitas teh. Teh juga menjadi salah satu sumber utama kafein bersama dengan kopi, guarana, maté, kacang cola, dan kakao. Kandungan kafein dalam teh bervariasi tergantung pada jenis, merek, dan metode pembuatannya. Dalam produksi teh, seringkali terjadi pencampuran teh dari berbagai daerah untuk mencapai rasa yang lebih baik atau harga yang lebih tinggi. Dua jenis teh utama, hitam dan hijau, keduanya mengandung kafein dalam kisaran 1-5% dari berat keringnya, yang menjelaskan variasi nilai yang dilaporkan dalam literatur.

Komposisi teh komersial dapat sangat dipengaruhi oleh sejumlah faktor, termasuk varietas tanaman, umur daun, asal produksi teh, musim, iklim, pengelolaan agronomi, pengolahan teh, dan penyimpanan. Meskipun sekitar 78% produksi teh dunia berasal dari teh hitam, 20% dari teh hijau, dan hanya 2% dari jenis teh lainnya, teh putih menjadi lebih populer di Eropa karena rasanya yang lembut dan manis, dan berbagai tingkatnya, seperti "Pai-Mu -Tan" (Peony Putih). Daun teh dapat diproses melalui protokol manufaktur yang berbeda, menghasilkan enam jenis teh utama: hijau, hitam (melibatkan penggulungan, pengrobekan, dan pengungkapan, serta metode ortodoks), teh oolong, teh gelap, teh kuning, dan teh putih. Setiap jenis teh memiliki profil metabolisme yang berbeda. Teh hitam, yang menyumbang lebih dari 55% total produksi teh di seluruh dunia, merupakan jenis teh yang paling banyak dikonsumsi secara global. India, sebagai produsen teh terbesar kedua, berkontribusi lebih dari 21% terhadap produksi teh dunia pada tahun 2018 dan merupakan eksportir teh terbesar ketiga setelah Kenya dan Sri Lanka.

Assam, sebuah negara bagian di Timur Laut India, menjadi wilayah penghasil teh utama di India dengan luas 0,32 juta hektar dan memberikan lebih dari 51% terhadap total produksi teh India.

Teh yang diproduksi di Assam dikonsumsi secara luas di dalam negeri, karena India menempati peringkat kedua sebagai konsumen teh terbesar di dunia dengan kontribusi sekitar 19% terhadap konsumsi global. Data ekspor India juga mencerminkan ekspor yang signifikan dari wilayah Assam ke seluruh dunia. Teh yang diseduh, terutama teh hijau, dikenal sebagai satu-satunya produk makanan yang mengandung katekin dalam jumlah besar. Proses penyeduhan menggunakan daun teh dari tanaman *Camellia sinensis*, yang dapat mencapai hingga 30% berat kering daun, memainkan peran penting dalam menentukan cita rasa teh. Tingkat katekin yang tinggi dapat memberikan rasa pahit pada teh hijau, sedangkan pada teh hitam, theaflavin dan thearubigin, yang terbentuk selama fermentasi, menjadi faktor utama dalam menentukan kualitas secara keseluruhan.

Katekin, selain memberikan rasa pada tehnya, juga diyakini memiliki berbagai sifat farmakologis, seperti antihipertensi, antioksidan, antiarteriosklerosis, antikarsinogenik, dan hipokolesterolemia, serta mencegah karies gigi. Karena manfaat ini, minat dalam penelitian terkait kadar katekin dalam berbagai jenis teh semakin meningkat. Kafein, yang merupakan alkaloid yang ditemukan dalam tanaman teh, terutama dikenal karena efek stimulasinya dan memainkan peran penting dalam kualitas teh. Teh dan kopi, sebagai sumber utama kafein, juga kaya akan komponen aktif

biologi seperti katekin, theaflavin, dan asam klorogenat, yang memiliki efek antiinflamasi dan memberikan perlindungan terhadap penyakit inflamasi kronis. Kandungan kafein dalam teh bervariasi tergantung pada jenis teh dan proses pengolahan. Teh putih yang dibuat dari daun teh termuda, memiliki kandungan kafein tertinggi, sedangkan teh mate dan mate panggang memiliki kandungan kafein yang paling rendah. Proses pengolahan, seperti fermentasi pada teh hitam, dapat mempengaruhi kandungan kafein. Meskipun demikian, semua jenis teh yang diteliti menunjukkan kapasitas antioksidan yang tinggi, menunjukkan bahwa kontribusi kafein terhadap kapasitas antioksidan mungkin tidak signifikan.

Dengan berbagai jenis teh dan proses pengolahan yang berbeda, penelitian telah menampilkan kompleksitas faktor-faktor yang mempengaruhi kandungan kafein dan katekin dalam teh. Meskipun demikian, pemahaman lebih dalam terhadap karakteristik ini dapat memberikan pandangan yang lebih luas mengenai manfaat dan kualitas dari berbagai jenis teh. Metode penyeduhan teh tradisional yang dilakukan selama 15-30 menit, dapat meningkatkan kandungan kafein dan polifenol pada teh hitam, sehingga menghasilkan asupan kafein dan polifenol yang lebih tinggi. Hasil analisis menggunakan Kromatografi Cair Kinerja Tinggi (HPLC) menunjukkan bahwa kandungan kafein dalam jenis teh menurun dengan urutan sebagai berikut: teh putih > teh kuning > teh hitam > teh oolong > teh hijau > teh mate panggang > teh mate.

a. Manfaat kesehatan

Teh hijau, dikonsumsi melalui oral, mengandung senyawa katekin yang diyakini dapat memperpanjang umur norepinefrin di celah sinaptik. Katekin ini merangsang termogenesis dan meningkatkan oksidasi lemak dengan menghambat enzim yang mendegradasi norepinefrin, yaitu katekol-O-metiltransferase. Polifenol yang terkandung dalam teh hijau merupakan faktor makanan yang mungkin berperan dalam perlindungan terhadap kanker, dan telah terbukti memiliki efek antioksidan dan antitumor yang kuat. Sebuah penelitian telah menilai kandungan fenolik dari berbagai jenis teh dan mengkorelasikannya dengan aktivitas pembersihan radikal menggunakan uji kapasitas serapan radikal oksigen (ORAC) yang dimodifikasi pada pH 5,5. Kandungan total flavonol bervariasi antara 21,2 hingga 103,2 mg/g untuk teh biasa dan 4,6 hingga 39,0 mg/g untuk teh tanpa kafein. Nilai ORAC berkisar dari 728 hingga 1686 Trolox setara/g untuk teh biasa dan 507 hingga 845 Trolox setara/g untuk teh tanpa kafein. Hubungan yang signifikan teridentifikasi antara kandungan flavonol dan nilai ORAC pada ekstrak teh hijau ($r = 0.79$, $p = 0.0001$).

Variasi besar dalam kandungan flavonol dan nilai ORAC antara merek dan jenis teh dapat memberikan wawasan yang berguna dalam mempelajari nutrisi dan pencegahan kanker. Meskipun kafein memberikan kontribusi kecil terhadap nilai ORAC, polifenol teh hijau, terutama EGCg dan katekin lainnya, dilaporkan

melindungi terhadap beberapa jenis kanker, seperti usus besar, rektum, kandung kemih, payudara, lambung, pankreas, paru-paru, esofagus, dan prostat. Meskipun mekanisme antikarsinogenik dan antitumor telah ditinjau secara luas, peran kafein belum sepenuhnya terkait dengan manfaat antikanker. Namun, kombinasi teh hijau dan kafein dikaitkan dengan beberapa manfaat kesehatan yang dibahas dalam ulasan ini.

1) Kewaspadaan mental dan kinerja fisik

Kafein dalam dosis rendah hingga sedang umumnya dianggap dapat meningkatkan kewaspadaan mental dan kinerja fisik secara positif pada beberapa individu. Dosis yang sering dikaitkan dengan peningkatan kewaspadaan, energi, dan konsentrasi biasanya berkisar antara 100 hingga 600 mg (tergantung pada jenis kelamin). Sebuah kelompok penelitian paralel double-blind, yang dirancang untuk menyalakan respons terhadap dosis kafein sebesar 250 mg pada dua kelompok usia berbeda, menyimpulkan bahwa kafein memberikan peningkatan kecil namun signifikan dalam kewaspadaan dan kinerja psikomotorik, tanpa memandang usia. Hal ini sekali lagi menegaskan bahwa kafein dalam dosis tinggi dapat memberikan efek yang signifikan dan bermanfaat terhadap kewaspadaan selama periode terjaga yang panjang. Ketika teh alkaloid seperti kafein hadir, mereka menghambat fosfodiesterase, suatu enzim yang memperpanjang umur cAMP di dalam sel,

menghasilkan efek norepinefrin yang meningkat dan berkelanjutan pada termogenesis. Katekin yang terdapat di dalamnya juga dapat memperpanjang umur norepinefrin di celah sinaptik.

Sebuah penelitian pada tikus rutin yang diberi ekstrak teh hijau selama 10 minggu menunjukkan peningkatan daya tahan olahraga (berenang di kolam dengan arus yang dapat disesuaikan) hingga 24%. Ekstrak teh hijau tampaknya merangsang penggunaan asam lemak oleh otot, mengurangi penggunaan karbohidrat, dan memungkinkan waktu latihan yang lebih lama. Efek ini dapat membantu menurunkan berat badan melalui perbaikan pemecahan lemak. Meskipun EGCG (epigallocatechin gallate) sendiri tampaknya memiliki efek yang lebih lemah pada tikus, menunjukkan bahwa kontribusi komponen lain dalam teh hijau ikut berperan. Peningkatan kapasitas daya tahan memerlukan asupan ekstrak teh hijau secara rutin, menunjukkan peningkatan regulasi oksidasi beta otot. Teh hijau juga terbukti meningkatkan oksidasi beta otot, menunjukkan peningkatan kemampuan otot untuk mengoksidasi lipid dan menggunakan asam lemak sebagai sumber energi.

2) Antidepresan

Tingkat perlindungan teh terhadap depresi telah terbukti melalui sejumlah penelitian. Hubungan terbalik antara konsumsi teh dan skor

pada Beck Depression Inventory (BDI) pada orang dewasa telah diamati secara konsisten. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa individu yang mengonsumsi teh secara teratur cenderung mengalami tingkat depresi yang lebih rendah dibandingkan dengan mereka yang tidak mengonsumsinya. Misalnya, penelitian tidak menemukan adanya ciri-ciri depresi pada individu yang minum lebih dari lima cangkir teh setiap hari. Dalam penelitian serupa, tingkat konsumsi teh yang tinggi dikaitkan dengan tingkat gejala depresi yang lebih rendah. Sebuah meta-analisis yang melibatkan subjek ini menemukan hubungan terbalik antara konsumsi teh dan depresi. Bahkan mereka yang mengonsumsi lebih dari tiga cangkir teh setiap hari mengalami penurunan risiko depresi sebesar 37.0%. Hasil ini diperkuat oleh penelitian yang menunjukkan bahwa konsumsi 1 hingga 4 cangkir teh hitam dapat menurunkan risiko depresi sekitar 55.0%.

Efek perlindungan tersebut mungkin disebabkan oleh kombinasi komponen bioaktif dalam teh dan kafein yang terkandung dalam minuman ini. Namun, untuk lebih memahami secara rinci mekanisme perlindungan ini, diperlukan penelitian lebih lanjut, terutama pada individu yang mengonsumsi teh hitam dalam jumlah tinggi.

3. Coklat (Kakao)

Biji kakao, yang merupakan benih dari pohon *Theobroma cacao* L., menjadi bahan dasar utama untuk produksi coklat. Terdapat tiga varietas utama biji kakao, yaitu Criollo, Forastero, dan Trinitario, masing-masing dengan komposisi kimia, sifat tekstur, dan organoleptik yang berbeda. Kakao dan coklat dikenal sebagai makanan mewah yang sangat populer di seluruh dunia, dengan konsumsi mencapai sekitar 9 kg per tahun per orang di negara-negara Eropa Barat. Keberhasilan coklat terutama dipengaruhi oleh sifat sensoriknya yang menyenangkan dan kemampuannya untuk menimbulkan emosi positif seperti kegembiraan, kesenangan, dan pengurangan stres. Di Jepang, camilan coklat cukup umum, meskipun konsumsi per kapita dilaporkan lebih rendah dibandingkan dengan sebagian besar negara Barat, seperti Inggris dan Amerika Serikat. Cokelat mengandung kafein dan teobromin, dengan jumlah tertentu tergantung pada jenis coklatnya. Misalnya, dalam 60 gram cokelat hitam terdapat sekitar 20 mg kafein dan 250 mg teobromin, sedangkan cokelat susu mengandung sekitar 8 mg kafein dan 100 mg teobromin. Penelitian telah menunjukkan bahwa dosis metilxantin ini, yang terdapat dalam coklat, dapat meningkatkan kinerja kognitif dan tingkat kewaspadaan dibandingkan dengan konsumsi coklat putih atau air. Meskipun demikian, perlu dicatat bahwa kandungan kafein dalam coklat tidak sebanyak kopi berkafein, seperti yang terungkap dalam penelitian.

Produksi coklat melibatkan serangkaian proses pasca panen yang luas, yang mencakup fermentasi, pengeringan,

pemanggangan, dan penggilingan biji kakao, serta langkah-langkah pencampuran bahan, conching, dan tempering. Bahan-bahan utama dalam formulasi coklat meliputi cairan kakao (hasil penggilingan biji kakao), mentega kakao (diperoleh dengan memeras cairan kakao), gula, pengemulsi, aroma, dan komponen susu jika diperlukan. Kandungan padatan kakao, lemak susu, dan mentega kakao yang berbeda menentukan kategori coklat utama, yaitu dark, milk, dan white chocolate. Selain nutrisi seperti karbohidrat, lemak, protein, peptida, dan asam amino, biji kakao juga mengandung senyawa bioaktif, terutama polifenol, termasuk flavanol (seperti epicatechin, catechin, procyanidins), flavonol (seperti quercetin dan glikosidanya), dan asam fenolik (seperti asam galat). Konstituen produk kakao dan coklat mencakup senyawa volatil yang berasal dari prekursor aroma yang dihasilkan selama fermentasi dan pengeringan biji.

Biji kakao juga menjadi sumber serat makanan yang baik, termasuk selulosa, hemiselulosa, dan zat pektik. Selama proses produksi coklat, berbagai reaksi kimia seperti kondensasi aldol, polimerisasi, siklisasi, dan alkalisasi terjadi, yang meningkatkan rasa, warna, umur simpan, ketersediaan hayati, dan nilai gizi produk coklat. Banyak karakteristik coklat, termasuk khasiat yang meningkatkan kesehatan, kemampuan antioksidan, rasa, dan nilai ekonomi, dipengaruhi oleh asal geografis biji kakao. Proses pengolahan kakao juga memiliki dampak signifikan pada komposisi senyawa bioaktif biji kakao, menciptakan potensi untuk menghasilkan berbagai produk dengan berbagai reaksi. Setiap proses pengolahan membawa perubahan pada struktur dan fungsi komponen

coklat atau menciptakan interaksi antara komponen tersebut dengan bahan lainnya.

a. Pembuatan coklat

Langkah pertama dalam pengolahan biji kakao biasanya dilakukan di negara asal, di mana proses budidaya lokal bersifat tradisional, dan kondisi tanah serta iklim tertentu dapat mempengaruhi komposisi kimia kakao. Seperti yang telah dibahas dalam Pendahuluan, proses produksi coklat melibatkan serangkaian langkah, termasuk fermentasi, pengeringan, pemanggangan, dan penggilingan biji kakao, pencampuran bahan (massa kakao, gula, mentega kakao, pengemulsi, aroma, dan komponen susu jika diperlukan), conching, dan tempering. Beberapa teknik tambahan, seperti pengepresan atau alkalisasi, dapat diterapkan untuk mencapai produk akhir yang diinginkan. Fermentasi biji kakao biasanya dilakukan dengan bantuan mikrobiota lingkungan selama periode 4-7 hari, dengan suhu mencapai hingga 50°C dan pH di bawah 4. Kombinasi kondisi asam dan suhu tinggi menyebabkan perubahan besar pada biji kakao. Pada tahap fermentasi, enzim endogen memainkan peran penting dalam produksi prekursor rasa dan degradasi pigmen. Penambahan enzim komersial, seperti pektinase, dapat mempercepat proses fermentasi, menghasilkan rasio biji yang difermentasi tinggi, dan meningkatkan skor produk akhir. Proses ini menciptakan kondisi optimal untuk pembentukan karakteristik rasa dan aroma yang diinginkan dalam coklat.

Pengeringan merupakan langkah penting yang mengikuti tahap fermentasi, dan perannya tidak hanya dalam mengurangi rasa sepat dan pahit, tetapi juga dalam menghasilkan biji kakao kering yang kurang asam. Proses ini mengakibatkan migrasi asam volatil keluar dan oksidasi biokimia asam asetat. Selama pemanggangan, yang berlangsung selama 10 hingga 35 menit pada suhu antara 120 dan 140°C, semua prekursor yang terbentuk pada fase sebelumnya bereaksi dan menghasilkan banyak senyawa. Pada tahap ini, kandungan komponen yang tidak diinginkan dikurangi, sementara aroma dan rasa khas coklat dihasilkan. Prekursor rasa, seperti asam amino bebas, peptida rantai pendek, dan gula pereduksi, mengalami reaksi Maillard dan degradasi Strecker, menghasilkan senyawa rasa yang diinginkan. Reaksi-reaksi ini juga menghasilkan peningkatan asam, aldehida, keton, dan metilpirazin secara signifikan. Rasa asam dan pahit pada biji kakao semakin berkurang dengan adanya penguapan asam volatil. Suhu tinggi selama pemanggangan dan dehidrasi biji kakao dapat menyebabkan karamelisasi gula, menciptakan aroma, rasa, dan warna produk kakao yang diinginkan. Meskipun demikian, suhu pemrosesan yang tinggi dapat meningkatkan oksidasi lipid dan pencoklatan non-enzimatik, mengurangi nilai gizi biji kakao dengan mengurangi asam lemak esensial (FA) dan asam amino esensial serta berpotensi mempengaruhi vitamin dan daya cerna protein.

Beberapa produsen juga menerapkan langkah alkalisasi tambahan, dikenal sebagai Dutching, pada biji kakao, cairan kakao, atau bubuk kakao untuk mendapatkan warna coklat tua yang diinginkan, mengurangi rasa pahit dan sepat, serta mencegah tenggelamnya bubuk kakao dalam minuman berbasis kakao. Alkalisasi dapat memengaruhi kandungan polifenol, teobromin, kafein, asam amino, dan senyawa volatil, yang pada akhirnya mempengaruhi rasa dan warna produk akhir. Kandungan polifenol dan komposisi produk akhir coklat juga dipengaruhi oleh proses penggilingan, pemurnian, dan conching, terutama karena paparan panas dan adanya oksigen. Conching, misalnya, dilakukan untuk mencapai viskositas yang tepat, menghilangkan kelembapan berlebih, menghasilkan warna yang diinginkan, dan menghilangkan sisa asam volatil. Pada tahap awal conching, polifenol yang mudah menguap hilang bersamaan dengan air dan asam lemak rantai pendek. Terakhir, tempering menjadi langkah penting untuk memengaruhi perilaku kristalisasi lemak mentega kakao, yang kemudian memengaruhi sifat kualitas produk akhir seperti warna, kekerasan, penanganan, hasil akhir, dan karakteristik umur simpan.

b. Manfaat kesehatan

1) Kinerja fisik dan mental

Cokelat, sebagai produk yang banyak dikonsumsi, telah menjadi fokus penelitian untuk mengevaluasi pengaruhnya terhadap suasana hati dan kinerja individu. Popularitas cokelat didorong oleh sifat

sensoriknya yang menyenangkan dan kemampuannya menciptakan emosi positif, seperti kegembiraan, kesenangan, dan pengurangan stres. Meskipun demikian, ada hubungan kompleks antara konsumsi coklat dengan berbagai emosi, termasuk kerinduan dan kegelisahan. Pengaruh konsumsi coklat tampaknya dipengaruhi oleh waktu konsumsi. Sebagai contoh, konsumsi coklat pada pagi hari dikaitkan dengan perasaan lebih rileks, respons mental yang lebih lambat, dan sikap yang lebih antagonis. Sebuah penelitian menunjukkan bahwa konsumsi coklat susu tidak memiliki pengaruh yang signifikan pada performa dan suasana hati, sementara kafein dalam kopi memiliki efek yang lebih selektif, tergantung pada jenis tugas dan tingkat impulsivitas peserta. Hasil ini menunjukkan bahwa kakao dan flavanol mungkin memberikan efek yang lebih besar daripada coklat itu sendiri, dengan coklat hitam cenderung memberikan efek yang lebih besar dibandingkan dengan coklat susu.

Tindakan psiko-stimulasi kafein dalam coklat telah diketahui dengan baik, sedangkan tindakan serupa dari theobromine, komponen utama metilxantin dalam kakao, masih menjadi perdebatan. Sebuah penelitian menunjukkan bahwa kombinasi kafein dan teobromin dalam proporsi yang ditemukan dalam kakao memiliki efek psiko-stimulan. Studi ini menggunakan tugas kognitif dan suasana hati, dan hasilnya menunjukkan bahwa efek psiko-stimulan

coklat terutama disebabkan oleh kandungan metilxantin.

2) **Penyakit kronis**

Di sisi lain, konsumsi produk kakao yang kaya polifenol diduga dapat memberikan kontribusi dalam meningkatkan kesehatan secara keseluruhan dan mencegah berbagai penyakit kronis. Beberapa manfaat kesehatan yang dikaitkan dengan konsumsi kakao dan produk coklat termasuk kemampuan untuk mengurangi tekanan darah, hiperglikemia, resistensi insulin, serta gejala diabetes dan obesitas lainnya. Selain itu, peningkatan fungsi pembuluh darah dan trombosit, peningkatan aliran darah otak, potensi pencegahan kanker, dan aktivitas anti-inflamasi dan antioksidan juga telah terbukti. Meskipun konsumsi kopi yang tinggi sedikit menurunkan risiko perkembangan diabetes pada pria maupun wanita, konsumsi kafein dari kopi, teh hijau, minuman berkafein lainnya, dan camilan coklat tidak terkait dengan risiko diabetes. Sebelumnya, beberapa penelitian mencoba memasukkan camilan coklat untuk memperkirakan total asupan kafein dan mengevaluasinya terhadap risiko diabetes. Namun, belum ada penelitian observasional yang secara khusus menunjukkan hubungan antara konsumsi camilan coklat saja dan risiko diabetes.

Meskipun temuan ini memberikan indikasi potensi efek perlindungan, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengevaluasi komponen-komponen

tertentu, seperti polifenol, guna memahami potensi manfaatnya, walaupun dampak kesehatan dari konsumsi makanan ringan berenergi tinggi juga harus dipertimbangkan secara cermat. Bukti epidemiologis menunjukkan bahwa theobromine dan kafein dapat meningkatkan fungsi paru-paru dan menyebabkan bronkodilatasi pada pasien asma. Terbukti bahwa pasien yang mengidap asma dan bronkitis dapat menggunakan kopi atau kakao/cokelat secara terpisah untuk meredakan gejala, meskipun manfaatnya mungkin terkait dengan efek penguatan positif. Kafein, yang bertindak sebagai antagonis non-selektif reseptor adenosin, mampu meningkatkan ventilasi menit, sensitivitas terhadap CO₂, kontraksi diafragma, fungsi otot pernapasan, dan dorongan pernapasan saraf, sambil mengurangi depresi pernapasan yang diakibatkan hipoksia.

3) **Tidur**

Telah dilakukan penelitian terhadap nutrisi dalam diet yang berhubungan dengan durasi tidur pendek dan panjang dalam sampel representatif nasional di Amerika Serikat, dan menunjukkan bahwa kontributor terbesar terhadap durasi tidur adalah teobromin. Hasil ini berbeda dengan yang dikenal untuk kafein, yang menyebabkan insomnia pada sebagian populasi umum. Belum jelas mengapa beberapa individu menjadi toleran dan dapat tidur dengan baik bahkan setelah mengonsumsi beban kafein berat dari minuman kopi atau cola. Selain dari

mekanisme toleransi, telah mengkaji literatur untuk menyimpulkan bahwa kecenderungan penggunaan kafein sangat spesifik untuk kafein itu sendiri, dan bahwa studi asosiasi genom menghubungkan polimorfisme dalam reseptor adenosin dan dopamin dengan kecemasan yang disebabkan oleh kafein dan gangguan tidur. Fakta bahwa konsumsi kakao tidak terkait dengan gangguan tidur dan bahwa teobromin bermanfaat harus dihargai.

12.3 Menthol

Menthol, senyawa alami yang berasal dari tumbuhan, memberikan aroma dan rasa minty khas pada tanaman spesies *Mentha*. Minyak tumbuhan, sering disebut sebagai minyak pepermin (dari *Mentha piperita*) atau minyak jagung (dari *Mentha arvensis*), dapat diekstraksi dari tumbuhan melalui penyulingan uap. Sebelum Perang Dunia I, mentol sebagian besar diperoleh dari sumber nabati, dengan Tiongkok dan Jepang sebagai produsen utama. Selama gangguan jalur perdagangan selama Perang Dunia II, Brasil menjadi produsen utama minyak nabati mentah dan menjadi pemasok mentol terbesar. Menthol adalah alkohol terpena siklik, dan meskipun alkohol terpena ini umum di alam, sedikit yang memiliki sifat kimia yang membuatnya menjadi pewangi atau peran yang penting. Menthol memiliki tiga atom karbon asimetris pada cincin sikloheksananya, menghasilkan empat pasang isomer optik; (-)- dan (+)-menthol, (-)- dan (+)-neomenthol, (-)- dan (+)-isomenthol, serta (-)- dan (+)-neoisomenthol. (-)-Menthol, juga dikenal sebagai mentol, adalah isomer yang paling umum di alam. Senyawa ini

memiliki aroma pepermin yang khas dan memberikan sensasi dingin ketika diaplikasikan pada kulit dan permukaan mukosa.

Menthol dan senyawa pendingin terkait sering digunakan dalam berbagai produk, mulai dari obat flu hingga pasta gigi, kembang gula, dan pestisida. Meskipun awalnya dianggap sebagai zat penyedap atau wewangian untuk meningkatkan kelezatan obat-obatan dan pengembangan gula, penelitian farmakologi telah mengungkap berbagai aktivitas biologi menthol pada saraf sensorik dan otot polos. Studi mengenai senyawa penyedap yang melibatkan zat pendingin dan zat pedas telah menghasilkan penemuan senyawa pendingin yang sangat aktif, yaitu 3-1 mentoksi propana-1,2-diol, sering disebut sebagai 'zat pendingin 10' atau MPD. Senyawa ini banyak digunakan dalam berbagai produk seperti kosmetik, sabun, pasta gigi, obat kumur, permen karet, tembakau, dan plester medis. Bahan pendingin 10 memiliki tingkat pendinginan oral yang rendah pada manusia, hanya 1 ppm dalam lingkungan udara, sehingga lebih rendah dari (-)-mentol, dan durasi aksi pendinginannya juga lebih lama, mencapai 20-25 menit pada 10 ppm, dua kali lipat dari (-)-mentol. Meskipun bahan pendingin 10 menimbulkan sensasi dingin yang mirip dengan mentol, ia berbeda karena berupa cairan tidak berwarna dan memiliki sedikit bau mint.

Menthol, yang sangat larut dalam lemak, mengalami metabolisme yang melibatkan pembentukan senyawa glukuronida untuk memudahkan pengeluaran melalui urin. Memberikan mentol secara oral atau penyerapan melalui kulit atau epitel pernafasan membawa senyawa ini ke hati melalui sirkulasi. Dalam konteks hubungan struktur-aktivitas mentol, aksi pendinginan mentol menjadi fokus utama penelitian. Studi elektrofisiologi pada neuron vertebrata dan neuron siput yang dikultur menunjukkan bahwa (-)-

mentol memiliki efek spesifik pada fluks yang mencakup seluruh membran sel, sementara senyawa terkait sikloheksanol tidak menunjukkan aktivitas, dan (+)-mentol hanya setengah aktif dari stereoisomernya. Penelitian lebih lanjut dilakukan untuk mengembangkan senyawa pendingin non-volatil dengan menguji lebih dari 1200 senyawa sintetik. Empat kriteria penting untuk efektivitas senyawa pendingin termasuk gugus ikatan hidrogen, kerangka hidrokarbon yang kompak, keseimbangan hidrofilik/hidrofobik yang benar, dan berat molekul pada kisaran 150-350.

Meskipun (-)-menthol memiliki aktivitas terbesar di antara stereoisomer mentol, tidak ada sifat umum dari senyawa pendingin. Misalnya, tidak ada korelasi antara bau mint dan rasa dingin. (+)-Menthol, meskipun 45 kali lebih aktif dibandingkan dengan (-)-menthol dalam hal ambang batas oral untuk aktivitas suhu, relatif tidak aktif ketika sensasi dingin hidung digunakan sebagai ukuran aktivitas.

12.3.1 Mekanisme kerja

Salah satu efek utama dari mentol ketika diaplikasikan pada kulit atau permukaan mukosa adalah menimbulkan sensasi sejuk atau hangat, yang disebabkan oleh stimulasi. Sensasi dingin atau hangat ini tidak berasal dari penguapan mentol atau vasodilatasi, melainkan dari tindakan spesifik mentol pada ujung saraf sensorik. Reseptor dingin dan hangat dianggap sebagai ujung saraf bebas tanpa organ akhir khusus. Menthol mempengaruhi reseptor dingin dengan menghambat pergerakan kalsium di seluruh membran sel. Ada bukti bahwa mentol bekerja dengan cara yang mirip dengan EDTA. Studi tentang aktivitas pelepasan reseptor dingin di hidung

dan lidah kucing menunjukkan bahwa infus larutan mentol secara intravena dalam konsentrasi mikromolar menyebabkan peningkatan pelepasan listrik dari reseptor dingin.

Efek mentol pada pelepasan reseptor dingin dapat dihilangkan dengan larutan infus kalsium secara intravena. Hal ini mengarah pada kesimpulan bahwa mentol menyebabkan depolarisasi reseptor dan meningkatkan pelepasan saraf dengan menghambat aliran kalsium dari reseptor dingin. Mentol juga dapat mempengaruhi pernapasan, terutama pada bayi. Rangsangan udara dingin pada hidung dapat menyebabkan apnea singkat pada bayi baru lahir. Memberikan uap mentol langsung ke hidung bayi telah terbukti menyebabkan apnea singkat. Uap mentol yang diberikan dari wadah terbuka, berisi kristal mentol yang ditempatkan 1 cm dari lubang hidung, menyebabkan apnea singkat pada bayi prematur dalam sebuah penelitian. Namun, tidak jelas apakah refleksi apnea disebabkan hanya oleh stimulasi reseptor dingin atau mungkin dipengaruhi oleh iritasi konsentrasi tinggi uap mentol. Beberapa ahli mengemukakan bahwa apnea mungkin merupakan refleksi protektif untuk mencegah inhalasi zat iritan, dan hal ini didukung oleh peningkatan denyut jantung yang diamati setelah paparan mentol, yang mungkin mencerminkan reaksi umum terhadap rangsangan.

12.3.2 Dampak pada rongga mulut

Minyak cornmint dan minyak peppermint, yang sering digunakan sebagai bahan penyedap dalam pasta gigi, permen karet, dan kembang gula, mengandung sekitar 70% (-)-mentol. Mentol ini memberikan rasa minyak yang sejuk dan menyegarkan. Menthol memiliki efek sensorik yang kompleks di rongga mulut, karena

mempengaruhi aktivitas reseptor rasa dan suhu. Sensasi mulut yang kompleks yang disebabkan oleh mentol telah diidentifikasi, di mana mentol dapat meningkatkan sensasi dingin di mulut, namun dampaknya terhadap sensasi hangat dapat bervariasi tergantung pada jangka waktu perlakuan awal dengan mentol. Penelitian menunjukkan bahwa mentol meningkatkan sensasi dingin di mulut dan secara bersamaan dapat meningkatkan atau meningkatkan sensasi hangat, tergantung pada durasi perlakuan awal dengan mentol. Kompleksitas sensasi mulut yang dihasilkan oleh mentol dapat dijelaskan oleh sensitisasi reseptor hangat dan dingin, serta modulasi aktivitas reseptor rasa. Dalam konsentrasi tinggi, mentol juga dapat menunjukkan sifat iritan dan efek anestesi lokal, dan gradasi efek ini memperumit pemahaman sensorik mentol.

12.3.3 Dampak pada penciuman

Sensasi dingin yang muncul ketika menghirup mentol diyakini berasal dari rangsangan serabut saraf trigeminal yang mempersarafi ruang depan hidung dan mukosa hidung. Meskipun demikian, mentol juga memiliki bau mint yang khas yang diduga dihasilkan melalui rangsangan pada saraf penciuman. Menariknya, integritas sistem penciuman tidak mutlak diperlukan untuk mendeteksi mentol, karena orang dengan anosmia masih dapat merasakan rasa pedas dari mentol. Paparan kronis terhadap mentol telah terbukti menyebabkan gejala hiposmia kerja, sementara paparan akut terhadap larutan mentol pada area penciuman manusia melalui pipet dapat menurunkan ambang penciuman, bahkan terhadap rangsangan penciuman murni seperti kopi. Kemampuan mendeteksi mentol juga menurun seiring bertambahnya usia, yang mungkin mencerminkan penurunan

sensitivitas trigeminal/penciuman hidung secara umum akibat kerusakan yang terakumulasi akibat infeksi hidung. Hal ini menyoroiti perlunya kehati-hatian dalam menggeneralisasikan hasil penelitian pada populasi orang dewasa muda yang sehat kepada masyarakat umum.

Ketika mentol diberikan secara oral, ia memicu sensasi aliran udara dan meningkatkan patensi hidung dengan cara yang menyenangkan dan menyegarkan. Ini dilakukan dengan bertindak sebagai aferen pada saraf palatine dan trigeminal. Peningkatan kenyamanan dan sensasi termal juga terjadi, terutama ketika mentol digunakan bersamaan dengan metode pendingin lainnya. Meskipun ada peningkatan kinerja dengan suplementasi mentol oral, terutama pada situasi yang melibatkan aliran udara, persepsi termal tidak selalu lebih dingin pada protokol di luar laboratorium. Oleh karena itu, mekanisme peningkatan kinerja melalui mentol tampaknya melibatkan aspek yang lebih luas daripada hanya meningkatkan persepsi termal. Mentol juga diduga memiliki sifat membangkitkan gairah yang dapat disamakan dengan sensasi udara dingin di wajah saat mabuk. Mengunyah permen karet mentol telah terkait dengan peningkatan kewaspadaan mental, dan menghirup aroma mentol melalui masker telah menunjukkan peningkatan kewaspadaan dalam tugas perhatian visual yang berkelanjutan. Namun, hasil berbeda terlihat ketika mengunyah permen mentol dalam simulasi pemadaman kebakaran di cuaca panas, yang tidak meningkatkan tingkat kewaspadaan, nada hedonis, dan ketegangan suasana hati. Oleh karena itu, penelitian lebih lanjut diperlukan untuk memahami peran gairah dalam peningkatan kinerja latihan ketahanan dalam cuaca panas akibat aplikasi mentol secara internal.

12.3.4 Manfaat kesehatan

1. Peningkatan kinerja

Berbagai teknik berkumur telah terbukti dapat meningkatkan kinerja dengan melibatkan pemaparan singkat rongga mulut terhadap stimulus tertentu, seperti karbohidrat, kafein, dan mentol. Tujuan dari teknik ini adalah untuk menginduksi umpan balik aferen ke batang otak, yang dapat membantu memperbaiki kelelahan. Berkumur dengan karbohidrat telah menjadi strategi utama yang banyak dipelajari. Postulatnya adalah bahwa paparan singkat karbohidrat ke rongga mulut dapat memicu respons saraf terkait dengan ketersediaan nutrisi, ketidakseimbangan, dan output motorik. Temuan ini telah mendorong strategi pengembangan berkumur lainnya, termasuk penggunaan mentol. Obat kumur mentol digunakan untuk memberikan sensasi sejuk, segar, dan patensi hidung melalui stimulasi saraf trigeminal. Mentol juga berfungsi sebagai agonis saluran TRPM8, yang berperan sebagai sensor suhu dingin. Mekanisme dan sensasi yang dihasilkan oleh mentol menjelaskan popularitasnya sebagai bahan penyedap dan pewangi dalam panganan dan obat-obatan. Oleh karena itu, penggunaan mentol sebagai bagian dari teknik berkumur dapat memberikan manfaat tambahan dalam meningkatkan kinerja dan memberikan pengalaman menyegarkan bagi individu yang melakukannya.

Baru-baru ini, penelitian telah menyoroti strategi yang bermanfaat untuk meningkatkan kinerja ketahanan dalam cuaca panas. Minum air dingin/bubur es, mengonsumsi larutan mentol L(-), dan kombinasi air dingin/bubur es dengan mentol telah terbukti memberikan manfaat pada kinerja olahraga. Studi menunjukkan bahwa olahragawan yang secara berkala meminum larutan mentol

L(-) dalam konsentrasi sebesar 0,01% mengalami penurunan kelelahan akibat olahraga. L(-) mentol menciptakan sensasi dingin di mulut, dan sinyal rangsangan termal ini dapat memotivasi otak, memperpanjang durasi latihan. Sensasi dingin di mulut juga diperkuat dengan setiap menghirup udara sekitar yang dingin atau dengan minum dingin setelah berkumur dengan larutan mentol L(-). Kombinasi L(-) mentol dengan air dingin/bubur es telah terbukti meningkatkan kinerja olahraga di lingkungan panas dan lembab. Dalam penelitian laboratorium, es-slurry/menthol dan air dingin/menthol menunjukkan kinerja yang jauh lebih baik dibandingkan dengan air netral/menthol. Meskipun hasilnya kurang signifikan dalam kondisi lapangan dibandingkan dengan laboratorium, kombinasi suhu rendah/mentol tetap memberikan manfaat kinerja yang lebih tinggi, mencakup dampak lingkungan seperti angin dan radiasi matahari. Penelitian ini memberikan dukungan untuk strategi minuman dingin yang mengandung mentol sebagai cara efektif untuk meningkatkan kinerja ketahanan dalam kondisi luar ruangan, dan menunjukkan peningkatan yang signifikan dalam kinerja dengan penggunaan es-slurry/menthol, meskipun beberapa penelitian sebelumnya gagal menunjukkan peningkatan serupa dalam situasi latihan mandiri.

Efek psikologis berperan penting dalam kinerja olahraga, terutama di lingkungan yang hangat. Penelitian ini mengamati bahwa konsumsi bubur es/mentol dan air dingin/mentol menyebabkan sensasi termal yang lebih rendah dibandingkan dengan air netral/mentol. Meskipun demikian, perbedaan performa olahraga hanya terjadi antara kondisi es-slurry/menthol dan udara netral/menthol. Hasil ini memberikan dasar untuk hipotesis bahwa Rate of Perceived Exertion (RPE), bukan persepsi termal, menjadi

faktor utama dalam meningkatkan strategi pacing dan kinerja di lingkungan panas. Penelitian menunjukkan bahwa berkumur dengan lingkungan mentol secara berkala, dibandingkan dengan plasebo, menghasilkan tingkat RPE yang lebih rendah. Meskipun tidak ada perbedaan yang diharapkan dalam RPE antara kombinasi dingin atau es dengan mentol, hasil penelitian menunjukkan sebaliknya. Penurunan RPE yang diharapkan dari kombinasi dingin/mentol mungkin tertutupi oleh peningkatan kinerja dalam kondisi es dan dingin.

Persepsi sensasi panas dan ketidaknyamanan yang lebih tinggi dapat berdampak negatif pada kinerja latihan ketahanan. Mentol, dengan efek persepsi, mungkin memiliki manfaat sebagai bantuan ergogenik dalam meningkatkan kinerja atletik, terutama dalam kondisi lingkungan yang panas. Selain itu, mentol juga telah diusulkan sebagai senyawa pendingin dan analgesik yang dapat mempercepat pemulihan dan meningkatkan kekuatan kontraksi otot yang cedera. Meskipun demikian, hasil studi yang beragam dalam metode aplikasi, dosis, protokol latihan, dan hasil kinerja menunjukkan bahwa efek menguntungkan mentol pada kinerja atletik masih memerlukan penelitian lebih lanjut. Tinjauan ini bertujuan memberikan rekomendasi bagi atlet yang menggunakan mentol untuk meningkatkan kinerja dan mengeksplorasi mekanisme aksi psikofisiologisnya untuk panduan penelitian di masa depan. Studi ini juga menunjukkan bahwa suhu minuman yang rendah dikombinasikan dengan mentol dapat mengurangi penurunan kinerja dalam kondisi luar ruangan yang panas dan lembab tanpa mempengaruhi stres psikofisiologis seperti Tco (suhu tubuh inti), HR (denyut jantung), dan RPE (Rate of Perceived Exertion) antar uji coba. Perubahan parameter persepsi ini

mencerminkan dampak mentol terhadap faktor psikologis yang mempengaruhi kinerja atlet.

Hasil utama dari penelitian ini dapat dirangkum sebagai berikut: (1) Konsumsi minuman es bubur/mentol menghasilkan peningkatan kinerja masing-masing sebesar 6,2% dan 3,3% dibandingkan dengan air netral/mentol dan air dingin/mentol. Meskipun tidak signifikan, konsumsi air dingin/mentol memberikan peningkatan kinerja sebesar 3% dibandingkan dengan air netral/mentol; dan (2) Meskipun terjadi peningkatan kinerja, stres psikofisiologis seperti Tco (suhu tubuh inti), HR (denyut jantung), dan RPE (Rate of Perceived Exertion) tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan antar uji coba. Hasil penelitian ini menyoroti manfaat konsumsi minuman dingin/mentol dalam meningkatkan kinerja dalam uji coba time trial di lapangan sebenarnya. Kelebihan peralatan bubur es yang kompak dan persiapannya yang mudah menjadikannya menjadi pilihan yang praktis bagi para atlet. Oleh karena itu, konsumsi bubur es/mentol dapat direkomendasikan untuk ketahanan olahraga, seperti bersepeda atau lari, terutama saat kompetisi diadakan dalam iklim panas. Namun demikian, sementara penelitian ini menunjukkan peningkatan kinerja, perlu dicatat bahwa stres psikofisiologis tidak mengalami perubahan yang signifikan. Strategi mendinginkan awal internal melalui konsumsi es-slurry/mentol untuk meningkatkan kinerja kecepatan diri di lingkungan panas mungkin perlu diteliti lebih lanjut, terutama karena penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa konsumsi bubur es sebelum latihan (pendinginan awal internal) dapat mengurangi suhu inti tubuh, yang pada bagian dalamnya meningkatkan kecepatan kinerja diri. Oleh karena itu,

penelitian lanjutan diperlukan untuk memahami lebih dalam potensi strategi ini dalam konteks olahraga dan kondisi tertentu.

Penelitian menunjukkan bahwa penggunaan mentol internal dapat memiliki dampak positif terhadap kapasitas fisik dan kinerja atlet. Strategi baru yang diusulkan adalah membilas atau berkumur dengan larutan mentol cair sebelum atau selama aktivitas fisik. Dalam penelitian pertama, obat kumur mentol dengan konsentrasi 0,01% secara signifikan meningkatkan waktu siklus hingga kelelahan sebesar 9%, disertai dengan peningkatan volume udara yang dihirup, menunjukkan dorongan lebih besar untuk bernapas. Temuan serupa diamati dalam uji waktu berjalan di cuaca panas, dengan peningkatan waktu kinerja 5 km sebesar 3% dan waktu kinerja 3 km sebesar 3,5% saat menggunakan obat kumur mentol setiap 1 km, dan disertai semprotan air wajah. Atlet ketahanan yang berkompetisi dalam cuaca panas disarankan untuk bereksperimen dengan metode penerapan mentol internal sebelum dan selama latihan. Hal ini dapat dilakukan melalui obat kumur atau minuman yang mengandung mentol dengan penambahan kristal mentol yang dihirup ke dalam udara. Atlet dapat mencoba konsentrasi mentol yang berbeda untuk menemukan tingkat yang dapat ditoleransi dan bermanfaat bagi kinerja mereka. Penting untuk menguji secara menyeluruh dalam situasi kompetisi tiruan untuk memastikan bahwa tidak ada dampak merugikan yang mungkin timbul selama perlombaan sebenarnya.

12.3.5 Makanan yang mengandung Mentol

1. Minyak peppermint

Mentol, minyak peppermint, dan senyawa pendingin sintetik menjadi bagian integral dalam industri makanan dan farmasi. Minyak peppermint, yang menyertakan sekitar 30-50% mentol, meraih peringkat ketiga sebagai penyedap rasa paling populer di dunia, hanya kalah oleh vanila dan jeruk. Produksi mentol di seluruh dunia diperkirakan mencapai 3.500 ton pada tahun 1984, dan kemungkinan telah meningkat sejak itu. Meskipun minyak peppermint adalah sumber utama mentol, harganya yang tinggi membuatnya kurang umum dalam produksi mentol. Produksi minyak peppermint mencapai sekitar 8000 ton per tahun, terutama di Amerika Serikat, dan banyak digunakan dalam industri makanan dan farmasi, termasuk dalam pasta gigi, produk kebersihan mulut, dan permen karet. Mentol dapat diekstraksi tidak hanya dari minyak peppermint tetapi juga disintesis atau diekstraksi dari minyak esensial lainnya, seperti minyak serai wangi, minyak kayu putih, dan minyak terpentin India. Sintesis mentol dari timol juga bersaing dengan isolasi dari minyak mint alami.

Meskipun mentol digunakan secara luas dan populer, penelitian mengenai toksikologi mentol terbatas. Namun, secara umum, mentol dianggap relatif tidak beracun dan aman untuk digunakan. Minyak peppermint diperoleh dari daun tanaman mint, khususnya *Mentha piperita* L. dan *M. arvensis* var. *piperascens*, yang merupakan bagian dari keluarga *labiatae*. Minyak ini berupa cairan tidak berwarna, kuning pucat, atau kuning kehijauan pucat, dengan bau dan rasa khas,

diikuti oleh sensasi dingin. Minyak peppermint mudah larut dalam etanol (70%) dan mungkin menunjukkan opalesensi. Proses ekstraksi melibatkan penyulingan uap dan sering diikuti oleh rektifikasi dan fraksinasi sebelum digunakan. India adalah produsen dan pengeksport minyak mint terbesar di dunia, dan minyak mint serta konstituen dan turunannya digunakan secara luas dalam industri makanan, farmasi, wewangian, dan penyedap rasa.

Mentol, sebagai komponen utama, digunakan dalam berbagai produk seperti obat pelega tenggorokan, pasta gigi, balsem nyeri, balsem dingin, dan banyak lagi. Minyak peppermint, yang dihasilkan dari daun tanaman *Mentha arvensis*, digunakan dalam pengobatan gangguan perut, masalah pencernaan, dan keasaman. Minyak ini juga menjadi bahan utama dalam obat tradisional seperti Dabur Pudina Hara. Untuk memenuhi standar, Minyak Peppermint harus mengandung sejumlah tertentu dari ester, alkohol bebas, dan keton yang dihitung sebagai mentil asetat, mentol, dan menton, masing-masing. Ada potensi pemalsuan minyak peppermint dengan menambahkan minyak cornmint (*Mentha arvensis*), yang jauh lebih ekonomis.

2. Minyak Cornmint

Minyak cornmint, yang diperoleh melalui penyulingan uap dari semak berbunga *Mentha arvensis*, mengandung sekitar 70-80% (-)-mentol, yang dapat diambil kristalnya dari campuran minyak cornmint. Meskipun minyak cornmint menjadi sumber utama (-)-mentol alami, hasil rekristalisasi dari pelarut dengan titik didih rendah memungkinkan pembersihan mentol dengan sedikit aroma mint herbal.

Tanaman *Mentha arvensis* ditanam secara komersial di berbagai negara seperti Brazil, Jepang, Paraguay, dan Cina untuk memproduksi minyak cornmint. Produksi mentol yang murni dapat dilakukan dengan cara rekristalisasi dari minyak jagung-mint dengan pelarut ber titik didih rendah. Cornmint, juga dikenal sebagai *Mentha canadensis* L., memiliki asal usul di Asia Timur dan menjadi subjek penelitian biologi terutama dalam konteks aktivitas anti-kandida dan efek antimikroba terhadap berbagai bakteri termasuk *Escherichia coli* O157, *Campylobacter jejunii*, dan *Clostridium perfringens*.

Menthol adalah senyawa utama yang diidentifikasi dalam minyak esensial dari tanaman ini. Minyak cornmint, yang dihasilkan dari *Mentha arvensis* L., varietas *piperascens* Mafinv., tergolong sebagai salah satu minyak atsiri paling penting dalam hal produksi global mencapai 10.000 ton per tahun dan nilai ekonomi sekitar \$100 juta per tahun. Minyak cornmint penting untuk isolasi mentol alami dan minyak yang telah didementolisasi digunakan dalam formulasi minyak *Mentha pipenta*. Cornmint Jepang (*Mentha canadensis* L.), yang merupakan tanaman subtropis, diproduksi utamanya di India, Cina, Vietnam, dan Brazil. Ini merupakan satu-satunya sumber mentol kristal yang layak secara komersial, digunakan dalam berbagai industri termasuk farmasi, makanan, perasa, dan wewangian. Amerika Serikat adalah importir utama minyak atsiri cornmint Jepang dan (-)-menthol. Meskipun demikian, petani mint dan perusahaan pialang di Amerika Serikat tertarik pada produksi cornmint Jepang dalam negeri karena ketidakpastian pasokan dan kualitas (-)-menthol atau minyak esensial cornmint Jepang. Cornmint (*Mentha arvensis*

L.), bagian dari famili Lamiaceae, tumbuh hingga tinggi sekitar 10-150 cm. Ramuan ini telah lama ditanam di banyak negara Eropa dan Asia. Menthol ($C_{10}H_{20}O$) adalah konstituen utama cornmint, menyumbang sekitar 60-90%, bersama dengan komponen kecil lainnya seperti camphene, limonene, dan 1, 8-cineole.

Menthol memiliki sifat anestesi dan analgesik, serta banyak digunakan dalam pengobatan penyakit pernafasan dan gangguan pencernaan. Minyak cornmint juga memiliki manfaat untuk mengurangi insomnia, meredakan stres, meningkatkan sirkulasi darah, dan memberikan manfaat kecantikan pada kulit. Selain itu, minyak cornmint sering digunakan dalam makanan sebagai detoksifikasi, rempah-rempah, kembang gula, dan penyedap rasa. Mint telah ditanam dan dikembangkan di berbagai negara, termasuk India, China, Vietnam, Jepang, Brazil, dan lainnya. Cornmint dianggap sebagai minyak mint yang lebih ekonomis, menjadi sumber utama (-)-menthol alami dengan kandungan hingga 80% dalam minyak matangnya. Meskipun nilai tambahnya rendah, produksi massal minyak cornmint terutama dilakukan di negara-negara dengan biaya tenaga kerja rendah, seperti Tiongkok, India, dan Brasil. Minyak peppermint, spearmint, dan cornmint serta daun segar atau keringnya telah lama digunakan dalam berbagai aplikasi termasuk dalam sirup kembang gula dan infus, mengingat sifat antiseptik dan anestesi dari minyak mint.

Waktu panen menjadi faktor krusial karena berpengaruh langsung pada jumlah pemotongan dalam satu musim tanam. Di Amerika Serikat, aspek penting yang belum

sepenuhnya ditangani adalah proses pengeringan cornmint Jepang sebelum ekstraksi minyak atsiri. Produsen pepermin dan spearmint di Amerika Serikat bagian barat tengah dan barat laut umumnya menggunakan metode tradisional, yaitu mengeringkan biomassa yang dipanen untuk mengurangi biaya transportasi dan ekstraksi. Pada ekstraksi minyak atsiri dari cornmint kering, metode klasik seperti perendaman, pengepresan, dan penyulingan hidro (HD) sering digunakan, namun seiring berkembangnya teknologi, metode modern seperti ekstraksi berbantuan gelombang mikro (MAE) dan CO₂ superkritis turut digunakan. Suhu ekstraksi menjadi faktor kunci yang memengaruhi rendemen minyak atsiri. Peningkatan suhu dapat meningkatkan laju difusi, sehingga efisiensi ekstraksi menjadi lebih baik. Oleh karena itu, untuk menghindari potensi terbakarnya minyak atsiri dan menghemat energi, disarankan untuk menjaga suhu distilasi pada sekitar 130 °C.

Dalam proses penyulingan minyak atsiri, durasi ekstraksi tidak hanya memengaruhi jumlah minyak yang dihasilkan, tetapi juga berperan dalam penghematan waktu dan energi keseluruhan prosedur. Faktor-faktor seperti jumlah dan ukuran bahan mentah, jenis pelarut, suhu ekstraksi, dan teknik yang digunakan, semuanya mempengaruhi durasi ekstraksi. Secara umum, semakin lama waktu ekstraksi, semakin tinggi rendemen minyak atsiri yang dihasilkan. Namun, perlu diperhatikan bahwa ekstraksi yang terlalu lama dapat berdampak negatif pada kualitas minyak atsiri. Minyak atsiri cornmint yang disuling dalam kondisi optimal memiliki aroma khas, warna bening, dan nuansa kuning keemasan.

Tingginya kandungan mentol dalam minyak atsiri menjadi faktor kunci karena mentol berperan sebagai molekul aroma yang bertanggung jawab atas sensasi penciuman dan pengecapan. Menthol tidak hanya memberikan rasa sejuk menyegarkan, tetapi juga memiliki sifat anti standar, serta efek farmakologis yang bermanfaat, seperti pada permen obat batuk dan produk inhaler hidung. Selain itu, kandungan L-menthone dalam minyak atsiri cornmint memiliki nilai farmakologis tambahan, menghasilkan efek antidepresan dan berperan sebagai neurotransmitter sentral. Dari segi karakteristik sensorik, minyak atsiri cornmint menonjol dengan aroma mint alami, warna kuning muda yang transparan, serta sensasi rasa sejuk dan pedas.

12.4 Capsaicin (Cabai)

Pada tahun 1876, Thresh pertama kali mengisolasi capsaicin mentah dari cabai (*Capsicum*) dan memberinya nama "Capsaicin." *Capsicum* mengandung sejumlah senyawa dengan struktur dan sifat biologis yang serupa dengan capsaicin, dan semuanya termasuk dalam kategori capsaicinoid. Capsaicin mendominasi dengan 69%, diikuti oleh dihidrokapsaisin (22%), nordihidrokapsaisin (7%), homokapsaisin (1%), dan homodihidrokapsaisin (1%). Rumus molekul capsaicin adalah $C_{18}H_{27}NO$. Cabai merupakan bumbu umum yang dikonsumsi di seluruh dunia, dan capsaicin merupakan sumber utama rasa pedas pada cabai yang dilaporkan memiliki banyak aktivitas biologis. Meskipun demikian, konsumsi cabai dalam jangka panjang mungkin dapat menimbulkan ketidaknyamanan pencernaan karena rasa pedas yang kuat dari capsaicin. Struktur capsaicin bersifat nonpolar dan tidak dapat larut

dalam udara. Untuk mengekstrak capsaicin dan menjaga sifatnya, digunakan pelarut nonpolar. Oleh karena itu, capsaicin di dalam mulut dapat larut dalam zat yang larut dalam lemak untuk mengurangi sensasi pedas. Sehari-hari, banyak orang mengonsumsi susu atau susu kedelai bersamaan dengan makanan pedas karena kandungan kasein dan lemaknya.

Efek menguntungkan dan merugikan capsaicin terhadap kesehatan pencernaan serta mekanismenya belum sepenuhnya terungkap. Cabai rawit termasuk dalam genus *Capsicum* dan sering digunakan sebagai sayuran, bumbu, dan rempah dalam kehidupan sehari-hari. Genus ini memiliki sekitar 25 spesies, dengan lima varietas yang dikenal, yaitu *C. annuum*, *C. frutescens*, *C. chinense*, *C. baccatum*, dan *C. pubescens*. Capsaicinoid, termasuk capsaicin, menyumbang sekitar 69% dari total capsaicinoid, dianggap sebagai komponen utama penyebab rasa pedas pada cabai. Perbedaan kandungan capsaicin yang signifikan antar jenis cabai menghasilkan variasi dalam tingkat kepedasan buah lada. Cabai rawit, yang sering dikonsumsi secara luas di seluruh dunia, mengandung capsaicin sebagai sumber utama rasa pedas. Namun konsumsi capsaicin dalam jumlah besar dapat menimbulkan ketidaknyamanan gastrointestinal dan berpotensi berdampak negatif pada pencernaan, metabolisme, mukosa gastrointestinal, dan penyakit gastrointestinal. Singkatnya, pada individu yang sehat, konsumsi capsaicin dosis tinggi dapat mempengaruhi sekresi asam lambung, merusak penghalang usus, dan menyebabkan peradangan mukosa serta efek lainnya.

12.4.1 Manfaat kesehatan

Meskipun Capsaicin dikenal sebagai stimulan berbahaya dan komponen rasa pedas paprika merah, Capsaicin memiliki efek analgesik yang signifikan. Temuan ini didukung oleh penelitian sebelumnya yang menunjukkan efektivitas capsaicin dalam meredakan nyeri pascaherpetik atau trigeminal neuralgia. Penggunaan capsaicin saat ini bahkan telah diadopsi untuk mengatasi mialgia. Mekanisme analgesik capsaicin diduga terjadi melalui penipisan neuropeptida akibat pemberian jangka panjang. Selain itu, capsaicin juga diyakini dapat merangsang pelepasan β -endorfin, suatu peptida endogen yang dapat menghambat sensasi sakit dan diproyeksikan ke sistem saraf pusat melalui sumsum tulang belakang. Badan sel neuron yang memproduksi β -endorfin terletak sebagian besar di nukleus arkuata hipotalamus. Beberapa rempah seperti kurkumin, capsaicin, jahe, dan fenugreek telah terbukti merangsang produksi asam empedu oleh hati dan sekresinya ke dalam empedu. Di sisi lain, piperin tidak memiliki pengaruh stimulasi serupa.

Asupan makanan yang mengandung prinsip rempah seperti kurkumin, capsaicin, dan piperin, bersama dengan rempah-rempah fenugreek, jahe, asafoetida, dan ajowan, secara signifikan meningkatkan aktivitas lipase. Kurkumin khususnya dapat merangsang aktivitas lipase hingga 80 persen dari kontrol, sementara capsaicin, piperin, dan rempah-rempah lainnya meningkatkan aktivitas enzim ini sebesar 26-43 persen dari kontrol. Aktivitas amilase pankreas juga dipengaruhi oleh diet rempah-rempah, dengan jahe menunjukkan efek stimulasi maksimum sebesar 184 persen dari kontrol. Prinsip rempah-rempah seperti kurkumin, capsaicin, dan piperin juga dapat merangsang aktivitas

trypsin hingga 120-165 persen. Rempah-rempah lain seperti jahe, ajowan, adas, jinten, asafoetida, dan prinsip rempah seperti kurkumin, capsaicin, dan piperin cukup merangsang aktivitas satu atau lebih disakaridase.

12.4.2 Efek samping

Saat ini, ekstrak cabai dan senyawa bioaktifnya dilaporkan memiliki beragam efek farmakologis, termasuk efek antibakteri, antioksidan, pereda nyeri, dan antiinflamasi. Meskipun demikian, bahan utama cabai, yaitu capsaicin, masih menjadi topik kontroversial. Penelitian terkini menunjukkan bahwa capsaicin dapat dianggap sebagai senjata bermata dua, dengan potensi aktivitas biologis pada konsentrasi rendah, namun cenderung menimbulkan efek negatif pada konsentrasi tinggi. Efek gastrointestinal capsaicin bersifat tergantung dosis, di mana dosis tinggi seringkali menyebabkan ketidaknyamanan gastrointestinal, yang juga terkait dengan model sensitivitas eksperimental yang berbeda. Konsumsi capsaicin dalam jangka panjang dan dalam jumlah tinggi dapat menyebabkan ketidaknyamanan gastrointestinal, mempengaruhi pencernaan gastrointestinal, dan gejala ini dapat menjadi lebih parah pada individu dengan gangguan gastrointestinal tertentu. Analisis mekanisme potensial menunjukkan bahwa reseptor capsaicin TRPV1 dan neuropeptida berperan dalam mengatur nyeri visual dan respon imun, yang pada pasangannya dapat mempengaruhi stres oksidatif dan permeabilitas jaringan di saluran pencernaan. Selain itu, capsaicin juga dapat mempengaruhi struktur mikrobiota usus dan mengubah kadar asam lemak rantai pendek (SCFA).

Meskipun strategi yang ada hanya dapat mengurangi rasa pedas pada mulut, tetapi tidak dapat sepenuhnya menghilangkan ketidaknyamanan gastrointestinal. Berdasarkan efek positif probiotik pada gangguan pencernaan dan adanya korelasi antara probiotik dan TRPV1, probiotik memiliki potensi untuk meredakan ketidaknyamanan pencernaan yang disebabkan oleh capsaicin. Tidak jelas apakah capsaicin dapat merusak saluran pencernaan, dan kondisi serta dosis yang dapat menyebabkan efek tersebut masih belum diketahui. Oleh karena itu, ulasan ini mencakup efek capsaicin pada saluran cerna, berspekulasi mengenai kemungkinan dan mekanisme ketidaknyamanan gastrointestinal yang disebabkan oleh capsaicin, serta memberikan saran untuk penelitian keamanan biologi capsaicin. Pengalaman hidup menunjukkan bahwa beberapa orang mungkin mengalami ketidaknyamanan pencernaan setelah mengonsumsi cabai, dan gejala pencernaan pada manusia terutama tekanan perasaan tidak nyaman, sementara mekanisme ketidaknyamanan pada hewan juga perlu dipertimbangkan.

Selain Kafein, Menthol, dan Capsaicin terdapat beberapa bahan penyegar atau stimulan lainnya seperti Piperin pada Lada, Gingerol dan Shogaol pada Jahe, Ginsenosides pada Ginseng, dan lain-lain. Bahan penyegar dalam pangan bukan hanya sekadar tambahan untuk memberikan rasa atau aroma yang menyenangkan, tetapi juga memiliki dampak signifikan pada pengalaman kuliner dan kesehatan. Dari kopi yang membangunkan di pagi hari hingga mentol yang memberikan sensasi segar pada permen karet, setiap bahan penyegar membawa kontribusi uniknya. Pentingnya pemahaman akan sifat-sifat bahan penyegar, baik dari segi sensorik maupun kesehatan, membuka peluang untuk pengembangan produk pangan yang inovatif dan berkualitas. Melalui penelitian

terus-menerus, kita dapat menggali potensi bahan penyegar alami, seperti mint dan rempah-rempah, untuk memberikan pengalaman kuliner yang lebih mendalam dan sehat. Seiring dengan meningkatnya kesadaran konsumen terhadap gaya hidup sehat, peran bahan penyegar yang tidak hanya menyajikan cita rasa, tetapi juga memberikan manfaat kesehatan, semakin diperhitungkan. Dengan menggabungkan kelezatan dan kesehatan, pangan yang menggunakan bahan penyegar dengan bijak dapat menjadi pilihan utama dalam menciptakan gaya hidup yang seimbang dan memuaskan.

DAFTAR PUSTAKA

- Asil, E., Yilmaz, M. V., & Yardimci, H. (2021). Effects of black tea consumption and caffeine intake on depression risk in black tea consumers. *African health sciences*, 21(2), 858-865.
- Ayala, F. J. and Kiger, J.A. 1984. Modern Genetics. 2nded. Menlo Park: The Benjamin/Cunning Publ.Co., Inc.
- Asoudeh, F., Dashti, F., Jayedi, A., Hemmati, A., Fadel, A., & Mohammadi, H. (2022). Caffeine, coffee, tea and risk of rheumatoid arthritis: systematic review and dose-response meta-analysis of prospective cohort studies. *Frontiers in Nutrition*, 9, 822557.
- Atomssa, T., & Gholap, A. V. (2011). Characterization of caffeine and determination of caffeine in tea leaves using uv-visible spectrometer. *African Journal of Pure and Applied Chemistry*, 5(1), 1-8.
- Alankar, S. (2009). A review on peppermint oil. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, 2(2), 27-33.
- Boelens, M. H. (1993). Chemical characterization of cornmint oils. *Perfum. Flavorist*, 18(5), 27-31.
- Bui-Phuc, T., Dinh-Phong, N., Hoang-Duy, N., Anh-Dao, L. T., & Cong-Hau, N. (2022, August). Chemical composition and antioxidant capacities of essential oils extracted from cornmint grown in Vietnam. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 2610, No. 1). AIP Publishing.
- Cooper, R., Likimani, T. A., Morré, D. J., & Morré, D. M. (2006). Catechins and caffeine in tea: A Review of Health Risks and Benefits. *Caffeine and Activation Theory*, 351-364.

- Deka, H., Sarmah, P. P., Devi, A., Tamuly, P., & Karak, T. (2021). Changes in major catechins, caffeine, and antioxidant activity during CTC processing of black tea from North East India. *RSC advances*, 11(19), 11457-11467.
- Dórea, J. G., & da Costa, T. H. M. (2005). Is coffee a functional food?. *British journal of nutrition*, 93(6), 773-782.
- Eccles, R. (1994). Menthol and related cooling compounds. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 46(8), 618-630.
- Franco, R., Oñatibia-Astibia, A., & Martínez-Pinilla, E. (2013). Health benefits of methylxanthines in cacao and chocolate. *Nutrients*, 5(10), 4159-4173.
- Fernandez, P. L., Martin, M. J., Gonzalez, A. G., & Pablos, F. (2000). HPLC determination of catechins and caffeine in tea. Differentiation of green, black and instant teas. *Analyst*, 125(3), 421-425.
- Jirovetz, L., Wlcek, K., Buchbauer, G., Stoilova, I., Atanasova, T., Stoyanova, A., ... & Schmidt, E. (2009). Chemical composition, olfactory evaluation and antioxidant effects of essential oil from *Mentha canadensis*. *Natural product communications*, 4(7), 1934578X0900400729.
- Jullien, F. (2007). V. 3 Mint. *Edited by T. Nagata (Managing Editor) H. Lörz*, 435.
- Komes, D., Horzic, D., Belscak, A., Kovacevic Ganic, K., & Bljak, A. (2009). Determination of caffeine content in tea and maté tea by using different methods. *Czech J. Food Sci*, 27(1), S213-S216.
- Lashermes, P. (2018). *Achieving sustainable cultivation of coffee: breeding and quality traits*. Burleigh Dodds Science Publishing Limited.

- Lee, J. S., Kim, S. G., Kim, H. K., Baek, S. Y., & Kim, C. M. (2012). Acute effects of capsaicin on proopiomelanocortin mRNA levels in the arcuate nucleus of Sprague-Dawley rats. *Psychiatry Investigation*, 9(2), 187.
- Lisko, J. G., Lee, G. E., Kimbrell, J. B., Rybak, M. E., Valentin-Blasini, L., & Watson, C. H. (2017). Caffeine concentrations in coffee, tea, chocolate, and energy drink flavored e-liquids. *Nicotine & Tobacco Research*, 19(4), 484-492.
- Law insider. (n.d.). STIMULANT DRINK Definition. Retrieved from <https://www.lawinsider.com/dictionary/stimulant-drink>
- Oba, S., Nagata, C., Nakamura, K., Fujii, K., Kawachi, T., Takatsuka, N., & Shimizu, H. (2010). Consumption of coffee, green tea, oolong tea, black tea, chocolate snacks and the caffeine content in relation to risk of diabetes in Japanese men and women. *British Journal of Nutrition*, 103(3), 453-459.
- Platel, K., & Srinivasan, K. (2004). Digestive stimulant action of spices: a myth or reality?. *Indian Journal of Medical Research*, 119(5), 167.
- Paiva, L., Rego, C., Lima, E., Marcone, M., & Baptista, J. (2021). Comparative analysis of the polyphenols, caffeine, and antioxidant activities of green tea, white tea, and flowers from Azorean *Camellia sinensis* varieties affected by different harvested and processing conditions. *Antioxidants*, 10(2), 183.
- Perez, M., Lopez-Yerena, A., & Vallverdú-Queralt, A. (2021). Traceability, authenticity and sustainability of cocoa and chocolate products: A challenge for the chocolate industry. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 62(2), 475-489.

- Stohs, S. J., & Badmaev, V. (2016). A review of natural stimulant and non-stimulant thermogenic agents. *Phytotherapy research*, 30(5), 732-740.
- Stevens, C. J., & Best, R. (2017). Menthol: a fresh ergogenic aid for athletic performance. *Sports Medicine*, 47, 1035-1042.
- Smith, A. P. (2021). Caffeine, chocolate, performance, and mood. *World Journal of Pharmaceutical and Medical Research*, 10(14), 180-188.
- Tran Trong, T., Riera, F., Rinaldi, K., Briki, W., & Hue, O. (2015). Ingestion of a cold temperature/menthol beverage increases outdoor exercise performance in a hot, humid environment. *PLoS One*, 10(4), e0123815.
- Tritsch, N., Steger, M. C., Segatz, V., Blumenthal, P., Rigling, M., Schwarz, S., ... & Lachenmeier, D. W. (2022). Risk assessment of caffeine and epigallocatechin gallate in coffee leaf tea. *Foods*, 11(3), 263.
- Wolde, T. (2014). Effects of caffeine on health and nutrition: A Review. *Food Science and Quality Management*, 30, 59-65.
- Xiang, Q., Guo, W., Tang, X., Cui, S., Zhang, F., Liu, X., ... & Chen, W. (2021). Capsaicin—The spicy ingredient of chili peppers: A review of the gastrointestinal effects and mechanisms. *Trends in Food Science & Technology*, 116, 755-765.
- Zheljazkov, V. D., Cantrell, C. L., & Astatkies, T. (2010). Yield and composition of oil from Japanese cornmint fresh and dry material harvested successively. *Agronomy Journal*, 102(6), 1652-1656.

BAB 13

PENGEMASAN PANGAN

Oleh Soraya Kusuma Putri

13.1 Pendahuluan

Pangan yang kita konsumsi sebaiknya harus dalam keadaan aman. Salah satu caranya yaitu dengan penggunaan kemasan dengan baik dan benar. Kemasan yang digunakan tidak hanya memiliki fungsi pembungkus namun juga memiliki fungsi sebagai pelindung bahan pangan yang akan dikonsumsi agar tetap aman (Yani dkk., 2021). Pada penerapan kemasan pada bahan pangan dinyatakan menurut Putri dkk 2022, pada pengemasan yang berbeda yang digunakan pada pembuatan tempe, dinyatakan bahwa perbedaan jenis kemasan pada pembuatan tempe akan berpengaruh terhadap aerasi pengemas yang mana aerasi dapat berpengaruh terhadap pertumbuhan kapang pada tempe, selain itu, disampaikan juga kemasan tempe dengan plastik akan menyebabkan pembusukan yang lebih cepat apabila dibandingkan dengan tempe yang dikemas dengan daun pisang.

13.2 Kemasan

Kemasan merupakan ilmu, seni dan teknologi yang memiliki tujuan untuk melindungi sebuah produk saat akan dikirim, dilakukan penyimpanan atau untuk penjualan. Pengemasan secara sederhana merupakan suatu cara untuk menyampaikan produk kepada konsumen dalam keadaan terbaik dan memiliki nilai keuntungan. Kemasan memegang peranan penting karena hal ini dikaitkan dengan produk yang dikemas dan memiliki nilai jual dan citra produk. Kemasan bisa memberikan perlindungan produk dengan baik dari cuaca, cahaya/sinar, perubahan suhu, jatuh, tumpukan, kotoran, serangga maupun bakteri. Kemudahan kemasan untuk dibuka dan ditutup juga menjadi pertimbangan. Bentuk fisik kemasan ditentukan oleh sifat produk itu sendiri, mekanisme penjualan, display maupun distribusi. Pada kemasan juga dilakukan labeling harus jelas dan lengkap dan desain kemasan dirancang untuk dan khas sehingga tampak berbeda dengan produk lain.

13.3 Fungsi Kemasan

Kemasan pada pangan memiliki berbagai macam fungsi terhadap bahan pangan. Fungsi tersebut terjadi peningkatan dengan meningkatnya kebutuhan masyarakat terhadap kemasan. Selain itu, kemasan memiliki fungsi ekonomi, distribusi, komunikasi, ergonomic, estetika dan identitas (Nugraheni, 2018). Menurut Nugraheni, 2018, faktor-faktor tersebut:

a. Faktor pengaman

Fungsi kemasan sebagai pengaman memiliki prinsip bahwa kemasan yang dipilih dan diaplikasikan pada bahan

pangan dan makanan memiliki kemampuan untuk melindungi bahan yang dikemas dari kerusakan, baik kerusakan fisik yaitu dengan pengaruh mekanis dan cahaya, kimiawi yaitu kelembabapan udara, mikrobiologi yaitu bakteri, kapang. Jenis perlindungan dapat diberikan untuk bahan pangan untuk mencegah kerusakan mekanis.

b. Faktor ekonomi

Faktor ekonomi dalam penggunaan kemasan dilakukan dengan pertimbangan yaitu biaya produksi yang seminimal mungkin sehingga pengeluaran untuk biaya kemasan tidak melebihi proporsi manfaat.

c. Faktor Pendistribusian

Kemasan harus memiliki fungsi untuk memudahkan pendistribusian dari produsen ke saluran pemasaran yang dibawahnya. Kemudahan dalam penyimpanan dan pemanjangan produk di toko. Memudahkan pengiriman dari penyimpanan dalam dunia perdagangan.

d. Faktor Komunikasi

Kemasan memiliki kemampuan mengkomunikasikan produk produk kepada konsumen. Pada kemasan harus menunjukkan produk, merek dan menjadi promosi kepada konsumen. Desain kemasan merupakan bisnis kreatif yang membuat bentuk, struktur, warna, citra dan elemen-elemen. Faktor komunikasi memiliki peranan penting dalam memasarkan produk. Produk harus dikomunikasikan kepada konsumen, agar konsumen mengetahui tentang produk sehingga nantinya ingin melakukan pembelian.

e. Faktor Ergonomik

Kemasan harus memiliki nilai kemudahan untuk dibawa, digenggam, membuka dan menutup kembali, serta kemudahan dalam mengambil isinya. Kemasan maupun ukuran produk juga perlu diperhatikan agar mempermudah saat meletakkan dipusat perbelanjaan agar tidak mengambil tempat terlalu banyak.

f. Faktor Estetika

Pemilihan warna, ukuran huruf, komposisi huruf dan tata letak harus sesuai dan tepat untuk mendapatkan mutu daya tarik visual secara optimal. Hal ini bertujuan untuk mencapai mutu daya tarik konsumen.

g. Faktor identitas

Kemasan yang digunakan harus mampu memberikan identitas bagi produk yang dikemas. Identifikasi suatu produk sangat penting karena pada umumnya produk perusahaan dijual Bersama dengan produk lain yang memiliki jenis yang sama. Identitas digunakan untuk membedakan dengan produk lain yang sejenis yang dihasilkan oleh produsen lain.

h. Faktor Promosi

Kemasan memegang peranan penting dalam bidang promosi, dalam hal ini kemasan memiliki fungsi sebagai *silent sales person*. Meningkatnya kemasan dapat efektif untuk menarik perhatian konsumen-konsumen baru. Kemasan produk memiliki peranan penting dalam memberikan informasi produk seperti manfaat, kegunaan maupun cara pembuatan. Segala bisa dicantumkan pada desain kemasan agar konsumen tahu tentang manfaat namun tidak membuat

jenuh konsumen apabila membaca segala yang dicantumkan.

i. **Faktor Lingkungan**

Berkaitan dengan kemasan, saat ini dikaitkan dengan kebutuhan waktu untuk mengurai sampah ketika dibuang. Berdasarkan hal tersebut banyak perusahaan yang menggunakan kemasan yang ramah lingkungan dan mudah dilakukan sistem daur ulang.

13.4 Jenis-jenis kemasan

Dalam berbagai produk pangan terdapat bermacam-macam jenis kemasan yang mana disesuaikan dengan produk pangan yang akan dikemas, Menurut Nugraheni, 2018, jenis-jenis kemasan pada produk pangan yaitu:

1. Daun

Beberapa produk pangan menggunakan kemasan yang berasal dari daun. Cara penggunaannya dapat dilakukan secara langsung atau melalui proses pelayuan. Hal ini dilakukan untuk melenturkan daun sehingga memiliki kemudahan dalam pelipatan sehingga tidak mudah sobek. Contoh: penggunaan daun pisang, daun jati, daun aren, daun jambu dan lain-lain. Penggunaan daun sudah biasa digunakan oleh masyarakat Indonesia, selain murah dan praktis cara pemakaiannya, daun mudah diperoleh namun kemasan ini dibutuhkan penerapan yang harus ekstra hati-hati karena sifatnya dapat melindungi penguraian produk yang dikemasnya dari pengaruh cahaya. Namun kelemahan dari pengemas daun adalah mudah robek dan tidak dapat mempertahankan mutu produk dalam jangka waktu yang lama.

2. Bambu

Kemasan yang juga digunakan oleh masyarakat dibuat dari bambu. Kemasan ini merupakan kemasan tradisional biasanya berbentuk anyaman. Produk yang dapat dikemas antara lain tape singkong, tahu, brem, bunga dan lain-lain. Kemasan yang terbuat dari anyaman bamboo memiliki kelebihan dapat mempertahankan kelembaban udara dan dapat melindungi bahan yang dikemas sehingga terhindar dari reaksi penguraian yang disebabkan oleh sinar atau cahaya. Selain itu kemasan ini ringan dan sangat fleksibel untuk dibawa. Namun kekurangan pengemas dari bambu tersebut adalah anyaman ini mudah terbuka dan sulit tertutup kembali.

3. Kemasan Kayu

Kemasan ini merupakan kemasan sekunder. Jenis kayu yang digunakan dapat berupa kayu dengan bahan lunak maupun *plywood* atau *veneer*. Wadah kayu dengan bahan yang keras jarang digunakan untuk produk pertanian. Kelebihan kemasan kayu adalah memudahkan dalam penyusunan bahan atau barang yang akan dilakukan pengemasan. Sedangkan kekurangan pengemasan ini yaitu apabila kemasan tidak tertutup rapat maka isi yang berada dalam kemasan akan mudah basah maupun rusak dengan adanya air.

4. Karung/goni

Bahan yang digunakan untuk membuat karung goni adalah rami atau *yute*. Kemasan karung biasanya dipergunakan untuk pengemasan produk seperti jagung, kacang kedelai, gabah dan lain-lain. Kelebihan kemasan ini memiliki sifat yang fleksibel, murah dan bisa melindungi bahan dari kelembaban, mudah menutup kembali dilakukan pengangkutan.

Kekurangan kemasan ini kemasan ini memiliki lubang-lubang tenunan sehingga mudah diserang serangga dari luar.

5. Kertas

Kemasan kertas merupakan kemasan yang fleksibel sebelum ditemukan kemasan plastik dan aluminium foil. Kemasan ini masih dipergunakan dan dapat bersaing dengan kemasan lain seperti plastik dan logam karena memiliki harga yang murah, mudah ditemukan dan penggunaannya luas. Kemasan kertas juga memiliki fungsi sebagai media komunikasi dan media cetak. Adapun kelemahan kemasan kertas adalah memiliki sifat yang mudah rusak apabila terkena air dan mudah dipengaruhi oleh lingkungan yang lembab. Kemasan kertas dapat berupa kemasan yang fleksibel atau kemasan kaku. Beberapa jenis kertas yang dipergunakan sebagai kemasan fleksibel yaitu kertas kraft, kertas tahan lemak (*grease proof*). Pengemasn yang dibuat dari kertas yang memiliki sifat kaku terdapat dalam bentuk karton, kotak, kaleng, *fiber*, drum dan kemasan lainnya yang dapat dibuat dari *paper board*, kertas laminasi, *corrugated board* dan lain-lain. Wadah kertas biasanya dibungkus dengan bahan kemasan lain yaitu plastik dan foil logam.

6. Plastik

Kemasan plastik mendominasi di industri makanan di Indonesia. Hal ini dikarenakan kemasan plastik ini memiliki sifat yang ringan, fleksibel, multifungsi, kuat dan tidak bereaksi, tidak mudah berkarat dan memiliki sifat termoplastik (*heat seal*), dapat diberikan warna dan memiliki harga yang murah. Namun kemasan plastik memiliki kelemahan yaitu dapat menyebabkan zat monomer dan

molekul kecil yang terdapat pada plastik bermigrasi ke dalam bahan pangan yang telah dikemas. Beberapa jenis kemasan plastik yang biasa digunakan adalah polietilen, polipropilen, polyester, nilon, dan vinil film yang mana sering digunakan untuk bermacam tujuan, contohnya *polistiren, polietilen dan polivinil klorida*.

7. Steroform

Kemasan dari steroform cukup populer di kalangan masyarakat. Kemasan stereofom yang sering digunakan yaitu jenis polistirena foam. Kemasan polistirena foam dipilih karena dapat melindungi pangan yang panas/dingi, mudah digenggam, mempertahankan kesegaran dan keutuhan pangan yang dikemas, ringan dan inert dengan adanya pangan yang bersifat asam. Kelebihan kemasan ini biasa digunakan untuk mengemas pangan siap saji, sehar dan memerlukan proses lebih lanjut. Polistirena foam memiliki sifat kaku, transparan, rapuh dan inert dan merupakan insulator yang baik.

8. Aluminium Foil

Kemasan aluminium foil memiliki karakteristik yang kuat, ringan dan tahan terhadap panas, hampir kedap udara dan tidak mengandung magnet sehingga membantu dalam pemisahan aluminium dari kaleng saat dilakukan daur ulang. Dengan adanya kondisi yang kedap dari oksigen membuat aluminium adalah kemasan yang ideal untuk ekspor karena sering mengalami kendala korosi. Kelebihan lainnya dari kemasan ini adalah kemasan ini mudah dibentuk walaupun mudah mengerut. Aluminium foil lebih ringan jika dibandingkan dengan baja, mudah untuk dibentuk, tidak menimbulkan rasa, tidak memiliki bau, tidak beracun serta

dapat menahan adanya gas yang masuk, memiliki sifat konduktivitas panas yang baik dan dapat didaur ulang.

9. Gelas/Kaca

Sebagai bahan kemasan, gelas memiliki kelebihan yaitu: kedap dengan adanya air, gas, bau dan mikroorganisme, inert dan tidak dapat bereaksi atau bermigrasi ke dalam bahan pangan, kecepatan pengisian hampir sama dengan kaleng, dapat dilakukan daur ulang, mudah untuk ditutup kembali setelah kemasan dibuka, memberikan nilai tambah bagi produk, bersifat kaku, dapat dibentuk menjadi berbagai bentuk dan warna, transparan, kuat dan dapat ditumpuk tanpa mengalami kerusakan. Namun kemasan gelas/kaca memiliki kelemahan yaitu berat sehingga menyebabkan biaya transportasi mahal, mudah pecah sehingga menimbulkan bahaya berupa pecahan kaca dan memiliki *thermal shock* yang rendah, dimensi bervariasi. Berdasarkan komponen penyusunnya terdiri dari oksida-oksida, baik logam maupun nonlogam, sehingga dikenal berbagai jenis gelas yaitu: *fused silica*, alkali silika, gelas soda-kapur silikat, gelas barium, gelas borosilikat, gelas aluminosilikat, gelas *special*, gelas kristal,

10. Logam

Keuntungan wadah kaleng pada makanan dan minuman yaitu: memiliki kekuatan mekanik yang tinggi, *barrier* yang baik terhadap gas, uap air, debu, jasad renik dan kotoran sehingga cocok untuk hermetis, toksisitas relatif rendah, tahan terhadap perubahan-perubahan atau suhu ekstrim, memiliki permukaan yang ideal untuk pelabelan dan dekorasi. Bentuk kemasan dari bahan logam yang digunakan untuk bahan

pangan yaitu bentuk kaleng *tinplate*, kaleng aluminium dan bentuk aluminium foil. Kaleng *tinplate* banyak digunakan dalam industri makanan dan komponen utama untuk tutup botol atau jar. Kaleng aluminium banyak digunakan dalam industri minuman. Aluminium foil banyak digunakan sebagai bagian dari kemasan yang dilaminasi dengan berbagai jenis plastik, biasa digunakan untuk makanan ringan, susu bubuk dan lain-lain.

13.5 Peranan kemasan

Bahan pangan yang dikonsumsi dapat sampai kepada konsumen maka membutuhkan pengemasan yang tepat dan menarik. Adapun peran pengemasan dilakukan untuk melindungi bahan pangan segar maupun bahan pangan olahan dari adanya kerusakan baik fisik, kimia dan mekanis (Sucipta dkk., 2017). Peranan pengemasan yaitu untuk mempertahankan bahan dalam keadaan baik dan higienis, mengurangi terbuangnya bahan selama adanya proses distribusi, mempertahankan nutrisi pada produk yang dikemas, dapat digunakan untuk mengukur, media informasi dan sebagai media promosi (Sucipta dkk., 2017). Selain itu menurut Widiati, 2019, peran kemasan pada produk sebagai wadah untuk kemudahan dalam pendistribusikan suatu produk dari tempat satu tempat menuju tempat lain sehingga sampai kepada konsumen, melindungi produk yang dikemas dari paparan cuaca, benturan, tumpukan, serta memberikan informasi sehingga menjadi media promosi yang mudah dipahami.

DAFTAR PUSTAKA

- Nugraheni, Mutiara. 2018. Kemasan Pangan. Cetakan Pertama. Edisi pertama. Plantaxia: Yogyakarta.
- Putri, S K, dkk. 2022. Pembuatan Pangan Fungsional Tempe dan Perbedaan Jenis Pengemasnya Bagi Siswa Siswi di PKBM Anugrah Bangsa Semarang. *Madaniya*. 3(1): 168-175.
- Sucipta, I N, dkk. 2017. Pengemasan Pangan. Kajian Pengemasan yang Aman, Nyaman, Efektif dan Efisien. Cetakan Pertama. Bali: Udayana University Press.
- Yani, A V, dkk. 2021. Edukasi Jenis Kemasan Yang Aman Untuk Pangan Bagi Siswa SMP 4 Rantau Panjang Ogan Ilir. Suluh Abdi: Jurnal Ilmiah Pengabdian Kepada Masyarakat. 3(1): 1-4.
- Widiati, Ari. 2019. Peranan Kemasan (Packaging) Dalam Meningkatkan Pemasaran Produksi Usaha Mikro kecil Menengah(UMKM) di “Mas Pack” Terminal Kemasan Pontianak. *Jurnal Audit dan Akuntansi Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Tangjungpura*. 8(2):67-76.

BIODATA PENULIS



Ika Gusriani, S.TP., M.P

Dosen Program Studi Teknologi Pertanian
Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu

Ika Gusriani. Salah seorang staf pengajar di Program Studi Teknologi Industri Pertanian Jurusan Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu, merupakan alumni S1 dan S2 dari Jurusan Teknologi Pertanian Universitas Andalas Padang Sumatera Barat. Saat ini selain sebagai dosen, penulis juga aktif sebagai auditor halal di Lembaga Penjamin Halal dan telah melakukan sejumlah audit terkait kehalalan proses dan bahan baku produk di beberapa rumah makan dan restoran.

Penulis mengampu beberapa mata kuliah seperti Pengetahuan Bahan Agroindustri, Tata Letak dan Penanganan Bahan, Perencanaan dan Pengendalian Produksi, Teknologi Fermentasi, Teknologi Industri Hasil Hutan dan Analisa Pengambilan Keputusan.

E-mail: ikagusriani@unib.ac.id dan gusrione10@gmail.com

BIODATA PENULIS



Dr. Santi Dwi Astuti, STP., M.Si.

Dosen Program Studi Teknologi Pangan
Jurusan Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian
Universitas Jenderal Soedirman

Penulis lahir di Purwokerto, tanggal 23 April 1978. Penulis adalah dosen tetap di Program Studi Teknologi Pangan Universitas Jenderal Soedirman (UNSOED) dan mengampu mata kuliah seperti Pengetahuan Bahan Pangan, Teknologi Pengolahan Pangan, Pengembangan Produk Pangan, dan Evaluasi Sensori. Penulis menyelesaikan studi S1 di Program Studi Teknologi Hasil Pertanian UNSOED pada Tahun 2000. Penulis menyelesaikan studi S2 dan S3 di Program Studi Ilmu Pangan IPB pada Tahun 2010 dan Tahun 2017. Saat ini, penulis menjabat sebagai Koordinator Pusat Inovasi dan Hilirisasi LPPM UNSOED. Bidang kajian riset penulis adalah pengembangan produk pangan lokal unggulan berbasis teknologi tepat guna. Komoditas lokal khususnya adalah umbi-umbian dan buah-buahan. Beberapa hasil riset penulis telah memiliki HKI paten dan telah dihilirisasi kepada masyarakat, UKM, dan industri di wilayah Jawa Tengah.

Penulis dapat dihubungi melalui e-mail: santi.astuti@unsoed.ac.id

BIODATA PENULIS



Ir. Rahmawati, MP

Dosen Program Studi Agroteknologi
Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat

Lahir di Agam 30 Juli 1967. Menyelesaikan studi S–1 di Universitas Andalas (UNAND) Padang pada jurusan Teknologi Hasil Pertanian lulus tahun 1990, Selanjutnya melanjutkan Studi di Program Pasca Sarjana Universitas Andalas pada Teknologi Industri Pertanian lulus tahun 2009. Saat ini aktif sebagai Dosen PNS dptk pada Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat dan aktif dalam melakukan penelitian dan publikasi. Penulis pernah melaksanakan tugas sebagai Ketua program studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat, dan Dekan Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat. Buku kolaborasi yang ditulis berjudul Sistem Pertanian Terpadu dan Gambir, sejarah, budidaya dan pemanfaatannya. Penulis dapat dihubungi melalui email rahmawati_3007@yahoo.co.id.

BIODATA PENULIS



Prof. Ir. Usman Pato, MSc., PhD.

Dosen Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas
Pertanian, Universitas Riau

Prof. Ir. Usman Pato, MSc., PhD. lahir pada tanggal 20 Januari 1966 di Kalosi, Kabupaten Enrekang, Sulawesi Selatan. Pendidikan S1 diselesaikan di Jurusan Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin, Makassar tahun 1989, menyelesaikan program S2 di Universitas Shinshu pada tahun 1997 dan program S3 di Universitas Gifu pada tahun 2000 dalam bidang Mikrobiologi Pangan dengan kajian utama menyangkut Probiotik dan Makanan Fungsional. Penulis adalah Dosen Tetap Fakultas Pertanian Universitas Riau sejak tahun 1990 dan Guru Besar dalam Bidang Mikrobiologi Pangan terhitung 1 Juli 2005 dalam usia 39 tahun.

Sampai saat ini penulis telah berhasil mendapatkan dana penelitian bergengsi dari Indonesian Toray Science Foundation (ITSF) tahun 2001, dan Riset Unggulan Terpadu Internasional (RUTI) bersama Peneliti dari BPPT, Universitas Nasional Singapura dan Universitas Shinshu Jepang secara berturut-turut pada tahun 2002, 2003 dan 2004 serta Internasional Foundation for Science (IFS) Swedia tahun

2006. Hasil Penelitiannya telah dipublikasi pada 20 jurnal internasional dan beberapa jurnal nasional terakreditasi. Ia juga telah menerbitkan beberapa buku ajar untuk menunjang proses belajar-mengajar di Fakultas Pertanian, dan buku referensi tentang bioteknologi. Selain itu, ia juga aktif menyebarluaskan hasil temuan peneliti melalui kontribusinya sebagai editor pada Jurnal Natur Indonesia (Akreditasi B) sejak 2000 hingga sekarang, dan Jurnal SAGU sebagai Pemimpin Redaksi sejak tahun 2002 sampai 2022, serta editor Direktori Penerapan Ipteks, Vucer dan Kewirausahaan di DP2M, DIKTI pada tahun 2005.

Berdasarkan hasil karya dan kinerja yang ditunjukkan selama ini, maka penulis pernah dinobatkan sebagai Finalist Peneliti Muda Indonesia dalam bidang Kesehatan dan Kedokteran pada tahun 2003 dari LIPI, dan Dosen Berprestasi Terbaik Satu Universitas Riau tahun 2004. Penulis juga dipercaya sebagai Reviewer Nasional bidang Akreditasi Jurnal tahun 2005 sampai 2006. Pada tahun 2005 lalu, penulis berhasil mendapatkan dana insentif dari DIKTI berkat artikelnya yang berjudul “Hypocholesterolemic effect of indigenous lactic acid bacteria by deconjugation of bile salts” yang dipublikasi pada salah satu jurnal internasional. Prof. Usman Pato dinobatkan sebagai Penulis Terbaik I pada tahun 2008 untuk jurnal internasional tingkat Universitas Riau. Prestasi membanggakan juga diperoleh penulis sebagai penerima Hibah UBER HKI tahun 2009 dari DIKTI, Departemen Pendidikan Nasional Republik Indonesia. Penulis bersama kolega Dr. Yusmarini, MP juga sudah mendapatkan paten tentang “Metode Pembuatan Nata de Pina dari Kulit Nanas” pada Tahun 2010, paten tentang “Proses Pembuatan Cocoghurt Probiotik” pada tahun 2023 serta paten tentang “Metode Pembuatan Cellulose Nanofiber dari Daun Kelapa Sawit” pada

tahun 2023. Penulis juga mendapatkan penghargaan juara 2 tingkat Universitas Riau tahun 2012 sebagai dosen penulis artikel ilmiah pada jurnal internasional yang diindeks oleh Scopus. Penulis pernah mendapatkan hibah Program World Class Professor (WCP) sebanyak 2 kali berturut-turut pada tahun 2019 di Malaysia dan 2020 di Mesir dari Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi, Republik Indonesia. Pada awal tahun 2024, penulis memiliki Scopus h-index sebanyak 11 dan Google Scholar h-index sebesar 20.

**Penulis dapat dihubungi melalui e-mail:
usmanpato@yahoo.com**

BIODATA PENULIS



Dr. Eka Ruriani, STP, MSi

Dosen Program Studi Teknologi Industri Pertanian
Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember

Penulis lahir di Pasuruan tanggal 23 Februari 1979. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Teknologi Industri Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Universitas Jember dan melanjutkan S2 dan S3 pada Program Studi Teknologi Industri Pertanian Institut Pertanian Bogor. Penulis memiliki pengalaman menulis pada platform digital Food Rreview, AntaraNews Jatim dan Republika terkait dengan topik pangan fungsional dan kemasan pangan.

Penulis dapat dihubungi melalui e-mail: ekaruriani@unej.ac.id

BIODATA PENULIS



Herianus J. D. Lalel

Dosen Program Studi Agroteknologi
Fakultas Pertanian, Universitas Nusa Cendana

Penulis lahir di Ende tanggal 20 Juni 1964. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian, Universitas Nusa Cendana. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Budidaya Pertanian Undana, melanjutkan S2 pada Jurusan Ilmu Pangan IPB dan menyelesaikan S3 pada Jurusan Horticulture Technology, Curtin University of Technology Australia. Penulis kemudian dipercayakan menjadi Guru Besar bidang Teknologi Hasil Pertanian pada tahun 2012.

Penulis dapat dihubungi melalui e-mail: hlalel@yahoo.com

BIODATA PENULIS



Ulfah Anis, S.T.P., M.Sc.

Dosen Program Studi Teknologi Industri Pertanian
Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu

Penulis lahir di Pringsewu, Lampung. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Teknologi Industri Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu. Penulis menyelesaikan pendidikan S1 pada Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret (UNS) Surakarta dan melanjutkan S2 pada Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Gadjah Mada (UGM) Yogyakarta. Penulis mengajar Mata Kuliah Biologi, Mikrobiologi Dasar, Mikrobiologi Industri, Manajemen Agribisnis Tanaman Pangan dan Hortikultura.

Penulis dapat dihubungi melalui e-mail: ulfahanis@unib.ac.id.

BIODATA PENULIS



Prof. Dr. Ir. I Ketut Budaraga, MSi., CIRR.

Dosen Fakultas Pertanian Universitas Ekasakti

Prof. Dr. Ir. I Ketut Budaraga, MSi. CIRR lahir di Desa Bulian Kecamatan Kubutambahan Kabupaten Buleleng Provinsi Bali pada tanggal 22 Juli 1968. Menamatkan SD No.1 Bulian tahun 1982, SMP 1 Singaraja tahun 1984. SMA Lab Unud Singaraja tahun 1987. Melanjutkan ke Fakultas Pertanian Universitas Mataram tahun 1987 dan tamat 1992. Melanjutkan pendidikan S2 tahun 1995 Ke Pasca sarjana program studi Teknik Pasca Panen IPB tamat 1998. Diberikan kesempatan lanjut ke S3 Ilmu pertanian tamat tahun 2016. Diangkat sebagai Dosen PNSD ke Kopertis Wilayah X Padang di tempatkan di Fakultas Pertanian Universitas Ekasakti pada Program Studi Teknologi Hasil Pertanian. Pernah menjabat mulai wakil Wakil dekan III Fakultas Pertanian Universitas Ekasakti, Wakil Dekan 1 Fakultas Pertanian Universitas Ekasakti, Dekan Fakultas Pertanian Universitas Ekasakti, sekarang diperberikan kepercayaan sebagai Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian

kepada Masyarakat Universitas Ekasakti. Terhitung mulai tanggal 1 Agustus 2023 diberikan kepercayaan oleh pemerintah menjadi guru besar bidang ilmu Teknologi Pengolahan. Punya semboyan hidup kembali ke alam (*back to nature*), banyak kajian-kajian yang sudah dilakukan seperti pemanfaatan hasil samping kelapa menjadi produk yang memiliki nilai tambah, penggunaan pengawet alami asap cair pada pengolahan pangan, serta pengolahan pangan yang lain seperti pengolahan pisang, pembuatan keju cottage dengan penggumpal alami. Selama ini sudah pernah memperoleh paten sederhana pada tahun 2010 tentang kompor briket tahan panas, Pada tahun 2022 sudah memperoleh paten sederhana berjudul Keju Cottage Dari Susu Sapi Dengan Penambahan Belimbing Wuluh. Informasi lebih lanjut bisa menghubungi email iketutbudaraga@unespadang.ac.id Nomor Hp: 081293937468 Penulis dapat dihubungi melalui e-mail: iketutbudaraga@unespadang.ac.id

BIODATA PENULIS



Prof. Dr. Ir. Gemini E M Malelak, MAgrSt

Dosen Program Studi Peternakan
Fakultas Peternakan Kelautan dan Perikanan
Universitas Nusa Cendana

Penulis lahir di Kupang tanggal 18 Juni 1965. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Peternakan Fakultas Peternakan Kelautan dan Perikanan Universitas Nusa Cendana. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Produksi Ternak di Universitas Nusa Cendana pada tahun 1988, kemudian melanjutkan S2 pada Departement Agricultural di The University of Queensland, Australia pada tahun 1997 dan melanjutkan S3 pada Prodi Ilmu Peternakan di Universitas Nusa Cendana pada Tahun 2019. Penulis menekuni bidang menulis dan penelitian.

Penulis dapat dihubungi melalui e-mail:
geminimalelak@staf.undana.ac.id

BIODATA PENULIS



Dr. Nancy Kiay, STP., M.Si

Dosen Program Studi Magister Sains Pertanian Pasca Sarjana
Universitas Gorontalo

Penulis lahir di Gorontalo tanggal 8 Juni 1981. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Magister Sains Pertanian Pasca Sarjana Universitas Gorontalo. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Teknologi Hasil Pertanian dan melanjutkan S2 pada Jurusan Ilmu dan Teknologi Pangan Universitas Sam Ratulangi Manado dan menyelesaikan pendidikan S3 Jurusan Ilmu Pertanian Pasca Sarjana Universitas Hasanuddin . Penulis menekuni bidang Menulis.

Penulis dapat dihubungi melalui e-mail:

BIODATA PENULIS



Andri Nofreeana, S. Pi, M. Sc

Dosen Program Studi Akuakultur
Fakultas Pertanian Universitas Tidar

Andri Nofreeana, S.Pi, M.Sc, Lahir di Magelang 20 Oktober 1973. Lektor pada Prodi Akuakultur, Fakultas Pertanian Universitas Negeri Tidar Magelang (UNTIDAR) mulai Februari 2022. Sebelumnya aktif mengajar mulai tahun 2003 pada Prodi Teknologi Pengolahan Hasil Perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, di Politeknik Negeri Pontianak. Telah menyelesaikan studi S1 di Universitas Dr. Soetomo Surabaya pada Fakultas Pertanian, Jurusan Perikanan pada tahun 1997 dan menyelesaikan studi S2 di Universitas Gadjah Mada pada Prodi Ilmu dan Teknologi Pangan pada tahun 2011.

Selama ini telah mengajar beberapa mata kuliah, antara lain: Biologi Perikanan, Pengantar Ilmu Perikanan, Mikrobiologi Pangan/Mikrobiologi Hasil Perikanan Fermentasi Hasil Perikanan, Dasar-Dasar Pengawetan Ikan, Pengantar Bioteknologi, Biokimia Ikan, Mikrobiologi Dasar, Pengolahan Limbah Hasil Perikanan, Teknologi Hasil Perikanan, Penanganan dan Pengendalian Mutu

Hasil Perikanan. Beberapa pelatihan telah diikuti di bidang pengolahan dan keamanan pangan antara lain: Program Manajemen Mutu Terpadu (PMMT) berdasarkan Konsepsi HACCP, Jaminan Mutu dan Keamanan Hasil Perikanan Jenjang Asisten Manager Quality Assurance, Kompetensi Ahli Pengolahan Hasil Perikanan, CPPOB (Cara Produksi Pangan Olahan yang Baik), Audit Internal Based on ISO 19011:2018.

Penulis dapat dihubungi melalui e-mail:

andrinofreeana@untidar.ac.id

BIODATA PENULIS



Abdullah Mutis, BSc (Hons)

Pemilik dan Konsultan Pengembangan Produk Makanan
The Moetis Original

Penulis lahir di Bengkulu tanggal 21 September 2001. Penulis adalah pemilik dan konsultan pengembangan produk makanan dari Merek The Moetis Original. Menyelesaikan pendidikan Bachelor Degree pada Jurusan Food Technology di Universiti Malaysia Terengganu. Penulis menekuni bidang pengembangan produk makanan dan pengembangan Micro-factory. Penulis dapat dihubungi melalui e-mail: mutisabdullah1@gmail.com

BIODATA PENULIS



Soraya Kusuma Putri, S.T.P., M.Sc.
Dosen Program Studi Teknologi Pangan
Fakultas Pertanian
Universitas Tidar

Penulis lahir di Palangka Raya tanggal 5 November 1991. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Teknologi Pangan Fakultas Pertanian Universitas Tidar. Menyelesaikan: S1 pada bidang Ilmu dan Teknologi Pangan pada Fakultas Pertanian Universitas Jenderal Soedirman (UNSOED) dan melanjutkan S2 pada bidang Ilmu dan Teknologi pangan pada Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Gadjah Mada (UGM). Sejak tahun 2019 hingga 2021 penulis bekerja sebagai dosen di Universitas Semarang (USM), setelah itu penulis pindah bekerja sebagai dosen di Universitas Tidar yang berada di Magelang sejak tahun 2022 hingga saat ini. Penulis memiliki sertifikasi kompetensi dalam CPPOB (Cara Produksi Pangan Olahan yang Baik) yang disahkan oleh LSP-JMKP (Lembaga Sertifikasi Profesi - Jaminan Mutu dan Keamanan Pangan). Lembaga tersebut

merupakan perpanjangan tangan dari BNSP (Badan Nasional Sertifikasi Profesi). Saat ini penulis sedang berfokus pada penelitian mengenai diversifikasi dan rekayasa pangan. Penulis aktif sebagai anggota PATPI (Perhimpunan Ahli Teknologi Pangan Indonesia). Penulis dapat dihubungi melalui e-mail: sorayakusumaputri@gmail.com