



ILMU BAHAN PANGAN

EDITOR:

Teguh Fathurrahman, S.K.M., MPPM

Lena Atoy, S.ST., M.P.H



Suherman, M.Si | Ritma Dewanti, S.Gz., M.Gz | Rita Maliza, S.Si., M.Si., Ph.D
Muhammad Muayyad Billah, S.Tr.Gz., M.Gz., Dietisien | Sherly Asri Widyaningrum, S.Gz., M.Gz
Devillya Puspita Dewi, S.Gz., MPH | Diana Nurrohima, S.Gz., M.Gz., Dietisien
Yasinta Nofia, S.Gz., M.Gz | Isnanda Putri Nur Istiqomah, S.Gz., M.Gz | dr. Rauza Sukma Rita, Ph.D
Siti Nurjana Kurniaty Tanaiyo, S.Gz., M.Gz | Kuntari Astriana, S.Gz., M.Gizi
Sheila Rosmala Putri, S.Pi., M.Gz | Dr. Dessy Arisanty, M.Sc | Ria Purnawian Sulistiani, S.Gz., M.Gz

ILMU BAHAN PANGAN

Buku ini terdiri dari 15 Bab yang menjelaskan secara terstruktur hal-hal yang terkait:

- BAB 1 Konsep Bahan Makanan, Penggolongan dan Jenis Bahan Makanan
- BAB 2 Konsep Kerusakan Bahan Pangan
- BAB 3 Umbi-Umbian Sebagai Bahan Pangan
- BAB 4 Kacang-Kacangan Sebagai Bahan Pangan
- BAB 5 Daging dan Unggas Sebagai Bahan Pangan
- BAB 6 Ikan dan Seafood Sebagai Bahan Pangan
- BAB 7 Telur Sebagai Bahan Pangan
- BAB 8 Susu Sebagai Bahan Pangan
- BAB 9 Minyak Sebagai Bahan Pangan
- BAB 10 Buah Sebagai Bahan Pangan
- BAB 11 Sayur-Sayuran Sebagai Bahan Pangan
- BAB 12 Bumbu dan Madu Sebagai Bahan Pangan
- BAB 13 Minuman Penyegar dan Berkarbonasi Sebagai Bahan Pangan
- BAB 14 Potensi Penerapan Nano Teknologi dalam Ilmu Bahan Pangan
- BAB 15 Penilaian dan Uji Organoleptik

ILMU BAHAN PANGAN

Suherman, M.Si.
Ritma Dewanti, S.Gz., M.Gz.
Rita Maliza, S.Si., M.Si., Ph.D.
Muhammad Muayyad Billah, S.Tr.Gz., M.Gz., Dietisien
Sherly Asri Widyaningrum, S.Gz., M.Gz.
Devillya Puspita Dewi, S.Gz., MPH.
Diana Nurrohima, S.Gz., M.Gz., Dietisien
Yasinta Nofia, S.Gz., M.Gz.
Isnanda Putri Nur Istiqomah, S.Gz., M.Gz.
dr. Rauza Sukma Rita, Ph.D.
Siti Nurjana Kurniaty Tanaiyo, S.Gz., M.Gz.
Kuntari Astriana, S.Gz., M.Gizi
Sheila Rosmala Putri, S.Pi., M.Gz.
Dr. Dessy Arisanty, M.Sc.
Ria Purnawian Sulistiani, S.Gz., M.Gz.



PENERBIT CV. EUREKA MEDIA AKSARA

ILMU BAHAN PANGAN

Penulis : Suherman, M.Si. | Ritma Dewanti, S.Gz., M.Gz.
| Rita Maliza, S.Si., M.Si., Ph.D. | Muhammad
Muayyad Billah, S.Tr.Gz., M.Gz., Dietisien |
Sherly Asri Widyaningrum, S.Gz., M.Gz. |
Devillya Puspita Dewi, S.Gz., MPH. | Diana
Nurrohima, S.Gz., M.Gz., Dietisien | Yasinta
Nofia, S.Gz., M.Gz. | Isnanda Putri Nur
Istiqomah, S.Gz., M.Gz. | dr. Rauza Sukma Rita,
Ph.D. | Siti Nurjana Kurniaty Tanaiyo, S.Gz.,
M.Gz. | Kuntari Astriana, S.Gz., M.Gizi | Sheila
Rosmala Putri, S.Pi., M.Gz. | Dr. Dessy Arisanty,
M.Sc. | Ria Purnawian Sulistiani, S.Gz., M.Gz. |

Editor : Teguh Fathurrahman, S.K.M., MPPM.
Lena Atoy, S.ST., M.P.H.

Desain Sampul : Eri Setiawan

Tata Letak : Amini Nur Ihwati

ISBN : 978-623-516-199-0

Diterbitkan oleh : **EUREKA MEDIA AKSARA, AGUSTUS 2024**
ANGGOTA IKAPI JAWA TENGAH
NO. 225/JTE/2021

Redaksi:

Jalan Banjaran, Desa Banjaran RT 20 RW 10 Kecamatan Bojongsari
Kabupaten Purbalingga Telp. 0858-5343-1992
Surel : eurekaediaaksara@gmail.com
Cetakan Pertama : 2024

All right reserved

Hak Cipta dilindungi undang-undang
Dilarang memperbanyak atau memindahkan sebagian atau seluruh
isi buku ini dalam bentuk apapun dan dengan cara apapun,
termasuk memfotokopi, merekam, atau dengan teknik perekaman
lainnya tanpa seizin tertulis dari penerbit.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirobbil'alamin. Segala puji bagi Allah SWT. karena berkat rahmat, taufik, dan hidayah-Nya, sehingga kami bisa menyelesaikan proses penulisan buku berjudul "*Ilmu Bahan Pangan*".

Buku ini merupakan salah satu dari buku referensi Ilmu Bahan Pangan yang diharapkan akan berguna bagi para pembaca yang berminat mendalami pengetahuan tentang bahan pangan. Buku ini terdiri dari 15 BAB yang menjelaskan secara terstruktur hal-hal yang terkait:

- BAB 1 Konsep Bahan Makanan, Penggolongan dan Jenis Bahan Makanan
- BAB 2 Konsep Kerusakan Bahan Pangan
- BAB 3 Umbi-Umbian Sebagai Bahan Pangan
- BAB 4 Kacang-Kacangan Sebagai Bahan Pangan
- BAB 5 Daging Dan Unggas Sebagai Bahan Pangan
- BAB 6 Ikan Dan Seafood Sebagai Bahan Pangan
- BAB 7 Telur Sebagai Bahan Pangan
- BAB 8 Susu Sebagai Bahan Pangan
- BAB 9 Minyak Sebagai Bahan Pangan
- BAB 10 Buah Sebagai Bahan Pangan
- BAB 11 Sayur-Sayuran Sebagai Bahan Pangan
- BAB 12 Bumbu Dan Madu Sebagai Bahan Pangan
- BAB 13 Minuman Penyegar dan Berkarbonasi Sebagai Bahan Pangan
- BAB 14 Potensi Penerapan Nano Teknologi dalam Ilmu Bahan Pangan
- BAB 15 Penilaian Organoleptik dan Melakukan Uji Organoleptik

Selanjutnya, penulis juga mengucapkan terima kasih pada segenap pihak yang telah memberikan dukungan dan arahan dalam penulisan hingga buku dapat diterbitkan.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan pada penulisan buku ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran ataupun kritik yang membangun dari pembaca demi perbaikan dan penyempurnaan pada edisi berikutnya. Atas perhatian yang diberikan, penulis ucapkan terimakasih.

Bulukumba, 07 Juni 2024

Tim Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI.....	v
BAB 1 KONSEP BAHAN MAKANAN, PENGGOLONGAN DAN JENIS BAHAN MAKANAN	
Oleh : Suherman, M.Si.	1
A. Pendahuluan	1
B. Konsep Bahan Makanan	2
C. Penggolongan dan Jenis Bahan Makanan	6
DAFTAR PUSTAKA	14
BAB 2 KONSEP KERUSAKAN BAHAN PANGAN	
Oleh : Ritma Dewanti, S.Gz., M.Gz.	17
A. Konsep Kerusakan Bahan Pangan	17
B. Faktor Penyebab Kerusakan Bahan Pangan	19
C. Cara Penanggulangan Kerusakan Bahan Pangan	24
D. Masa Simpan Baahan Pangan	27
DAFTAR PUSTAKA	30
BAB 3 UMBI-UMBIAN SEBAGAI BAHAN PANGAN	
Oleh : Rita Maliza, S.Si., M.Si., Ph.D.	31
A. Pendahuluan	31
B. Produksi Umbi-Umbian Secara Global	32
C. Nutrisi Umbi-Umbian	36
D. Kentang/Potatoes (<i>Solanum tuberosum</i>)	39
E. Ubi Jalar / Sweet Potatoes (<i>Ipomoea batatas</i> L.)	40
F. Singkong/Cassava (<i>Manihot esculenta</i>)	41
G. Ubi/Yams (<i>Dioscorea</i> sp)	42
H. Aroids	43
I. Ganyong (<i>Canna edulis</i>)	44
J. Garut/ Arrowroot (<i>Maranta arundinacea</i>)	45
K. Bengkuang/ Jicama	46
DAFTAR PUSTAKA	48
BAB 4 KACANG - KACANGAN SEBAGAI BAHAN PANGAN	
Oleh : Muhammad Muayyad Billah, S.Tr.Gz., M.Gz., Dietisien.....	52
A. Pendahuluan	52

	B. Struktur Kacang - Kacangan.....	53
	C. Komposisi Kimia Kacang - Kacangan	54
	D. Jenis Kacang – Kacangan.....	55
	E. Perubahan Pasca Panen.....	61
	F. Penanganan Pasca Panen	62
	DAFTAR PUSTAKA.....	64
BAB 5	DAGING DAN UNGGAS SEBAGAI BAHAN PANGAN	
	Oleh : Sherly Asri Widyaningrum, S.Gz., M.Gz.....	67
	A. Bahan Pangan Hewani	67
	B. Daging.....	67
	C. Daging Sapi.....	68
	D. Daging Kambing	70
	E. Daging Kuda	71
	F. Daging Babi.....	72
	G. Unggas	73
	H. Mutu Daging Sebagai Bahan Pangan	76
	I. Kerusakan Pada Bahan Pangan Daging.....	78
	DAFTAR PUSTAKA.....	80
BAB 6	IKAN DAN SEAFOOD	
	Oleh : Devillya Puspita Dewi, S.Gz., MPH.....	82
	A. Pendahuluan	82
	B. Pengertian Ikan dan Seafood	83
	C. Jenis Ikan dan Seafood.....	84
	D. Komposisi Ikan dan Seafood	85
	E. Penyimpanan Ikan dan Seafood.....	91
	DAFTAR PUSTAKA.....	94
BAB 7	TELUR SEBAGAI BAHAN PANGAN	
	Oleh : Diana Nurrohima, S.Gz., M.Gz., Dietisien	96
	A. Pendahuluan	96
	B. Macam-Macam Telur.....	97
	C. Macam-Macam Telur	104
	D. Kandungan Gizi Telur	106
	E. Komponen Telur.....	106
	F. Kriteria Telur yang Baik	108
	DAFTAR PUSTAKA.....	111

BAB 8	SUSU SEBAGAI BAHAN PANGAN	
	Oleh : Yasinta Nofia, S.Gz., M.Gz.....	114
	A. Pendahuluan	114
	B. Jenis-Jenis Susu	115
	C. Kandungan Gizi Susu	117
	D. Manfaat Susu.....	119
	E. Kriteria Susu yang Baik	120
	F. Cara Penyimpanan Susu.....	121
	G. Hasil Olahan Susu	122
	H. Komponen Bioaktif dalam Produk Susu dan Turunannya	124
	DAFTAR PUSTAKA	127
BAB 9	MINYAK SEBAGAI BAHAN PANGAN	
	Oleh : Isnanda Putri Nur Istiqomah, S.Gz., M.Gz.	130
	A. Pendahuluan	130
	B. Jenis Jenis Minyak.....	130
	C. Kerusakan Pada Minyak.....	138
BAB 10	BUAH SEBAGAI BAHAN PANGAN	
	Oleh : dr. Rauza Sukma Rita, Ph.D.....	140
	A. Pendahuluan	140
	B. Klasifikasi Buah-Buahan.....	141
	C. Kandungan Gizi Buah-Buahan.....	146
	D. Manfaat Buah-buahan Bagi Kesehatan.....	152
	E. Kesimpulan.....	155
	DAFTAR PUSTAKA	157
BAB 11	SAYUR SAYURAN SEBAGAI BAHAN PANGAN	
	Oleh : Siti Nurjana Kurniaty Tanaiyo, S.Gz., M.Gz. ..	162
	A. Pendahuluan	162
	B. Klasifikasi Sayuran	163
	C. Syarat Penyimpanan	168
	D. Penanganan Pasca Panen.....	168
	E. Kandungan Fitokimia Bioaktif dalam Sayuran	172
	DAFTAR PUSTAKA	174
BAB 12	BUMBU DAN MADU SEBAGAI BAHAN PANGAN	
	Oleh : Kuntari Astriana, S.Gz., M.Gizi	177
	A. Bumbu dan Rempah.....	177

B. Madu	183
DAFTAR PUSTAKA.....	191
BAB 13 MINUMAN PENYEGAR & BERKARBONASI SEBAGAI BAHAN PANGAN	
Oleh : Sheila Rosmala Putri, S.Pi., M.Gz.....	192
A. Pendahuluan	192
B. Karakteristik Kopi	193
C. Senyawa Pada Kopi	198
D. Karakteristik Teh	198
E. Senyawa Pada Teh	199
F. Karakteristik Coklat	200
G. Senyawa Pada Coklat	202
H. Minuman Berkarbonasi	203
DAFTAR PUSTAKA.....	205
BAB 14 POTENSI PENERAPAN NANO TEKNOLOGI DALAM ILMU BAHAN PANGAN	
Oleh : Dr. Dessy Arisanty, M.Sc.....	209
A. Pendahuluan	209
B. Pengertian Nanoteknologi	211
C. Ruang Lingkup Nanoteknologi.....	213
D. Nanoteknologi Dalam Bahan Pangan	214
E. Nanoteknologi Dalam Pengolahan/ Proses Bahan Pangan	216
F. Nanoteknologi Dalam Pengemasan (<i>Packing</i>) Bahan Makanan	225
G. Nanoteknologi Dalam Penyimpanan Bahan Pangan	229
H. Nanoteknologi Sebagai Nanosensing Pada Makanan	231
I. Mekanisme Pembuatan Nanoteknologi.....	231
J. Nanopartikel Pada Bahan Pangan	232
K. Nanoteknologi Pada Nutrisi	235
L. Penutup	238
DAFTAR PUSTAKA.....	239
BAB 15 PENILAIAN & UJI ORGANOLEPTIK	
Oleh : Ria Purnawian Sulistiani, S.Gz., M.Gz.....	243
A. Uji Organoleptik	243

B. Syarat Ruang Uji Organoleptik dan Syarat Sampel	
Produk.....	248
C. Panelis dan Seleksi Panelis	249
D. Lembar Evaluasi Sensoris	251
DAFTAR PUSTAKA	254
TENTANG PENULIS	255



ILMU BAHAN PANGAN

Suherman, M.Si.
Ritma Dewanti, S.Gz., M.Gz.
Rita Maliza, S.Si., M.Si., Ph.D.
Muhammad Muayyad Billah, S.Tr.Gz., M.Gz., Dietisien
Sherly Asri Widyaningrum, S.Gz., M.Gz.
Devillya Puspita Dewi, S.Gz., MPH.
Diana Nurrohima, S.Gz., M.Gz., Dietisien
Yasinta Nofia, S.Gz., M.Gz.
Isnanda Putri Nur Istiqomah, S.Gz., M.Gz.
dr. Rauza Sukma Rita, Ph.D.
Siti Nurjana Kurniaty Tanaiyo, S.Gz., M.Gz.
Kuntari Astriana, S.Gz., M.Gizi
Sheila Rosmala Putri, S.Pi., M.Gz.
Dr. Dessy Arisanty, M.Sc.
Ria Purnawian Sulistiani, S.Gz., M.Gz.



BAB

1

KONSEP BAHAN MAKANAN, PENGGOLOONGAN DAN JENIS BAHAN MAKANAN

Suherman, M.Si.

A. Pendahuluan

Makanan merupakan kebutuhan dasar manusia yang paling utama dan pemenuhannya merupakan bagian dari hak asasi manusia yang dijamin di dalam Undang-Undang Dasar Negara Republik Indonesia Tahun 1945 sebagai komponen dasar untuk mewujudkan sumber daya manusia yang berkualitas. Makanan sangat penting bagi kehidupan setiap insan baik secara fisiologis, psikologis, sosial maupun antropologis. Pangan selalu terkait dengan upaya manusia untuk mempertahankan hidupnya.

Ilmu bahan pangan merupakan suatu ilmu yang mempelajari sifat-sifat fisik dan kimia dari komponen-komponen yang tersusun di dalam 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. Pengetahuan mengenai hal tersebut di atas, maka bahan makanan serta hasil olahannya dapat dipertahankan atau diperbaiki mutunya.

Pangan mengandung berbagai senyawa kimia alami. Senyawa kimia yang mutlak dibutuhkan oleh tubuh disebut zat gizi. Jika tubuh kekurangan senyawa kimia tersebut, maka

keseimbangan fungsi organ akan terganggu, demikian pula sistem biologis dan proses biokimia didalam tubuh yang pada akhirnya berakibat terjadinya penyakit. Umumnya, zat gizi yang terdapat dalam bahan pangan disebut gizi (Tejasari, 2019). UU No. 18 Tahun 2012 mendefinisikan bahwa Gizi adalah zat atau senyawa yang terdapat dalam Pangan yang terdiri atas karbohidrat, protein, lemak, vitamin, mineral, serat, air, dan komponen lain yang bermanfaat bagi pertumbuhan dan kesehatan manusia (Pemerintah Republik Indonesia, 2012).

B. Konsep Bahan Makanan

Food and Agriculture Organization (FAO) mendefinisikan pangan adalah segala bahan, baik yang diolah, setengah jadi, atau mentah, yang dimaksudkan untuk konsumsi manusia, dan termasuk minuman, permen karet, dan bahan apa pun yang telah digunakan dalam pembuatan, penyiapan, atau pengolahan “makanan” namun tidak termasuk kosmetik atau tembakau atau zat yang hanya digunakan sebagai obat (Food and Agriculture Organization (FAO), 2023). Sunita A. berpendapat bahwa pangan adalah semua bahan yang dapat dijadikan makanan

Bahan makanan merupakan bahan alamiah yang berasal dari hasil pertanian, perkebunan, peternakan, perikanan dan hasil pengolahan dari teknologi makanan yang dapat memberikan sumber energi (kalori) serta dapat digunakan untuk keberlangsungan proses – proses kehidupan (Syamsidah & Suryani, 2018). Bahan makanan ini dapat berupa bahan segar, bahan yang belum ditambahkan zat adiktif dan pengawet, dan berkaitan erat dengan unsur gizi. Bahan makanan ini dalam tubuh memiliki fungsi sebagai pemeliharaan, pertumbuhan dan regenerasi jaringan tubuh (Putri et al., 2020).

Sudarmadji dkk juga mendefinisikan bahwa bahan makanan adalah bahan alamiah yang dapat menjadi sumber kalori atau dapat memberikan bahan-bahan yang diperlukan untuk berlangsungnya proses-proses kehidupan. Bahan-bahan makanan tersebut sangat erat kaitannya dengan status gizi-pangan atau nutrisi suatu organisme hidup sering disebut

sebagai nutrient. Disamping nutrient bahan makanan juga mengandung bahan lain yang tidak langsung berkaitan dengan status gizi-pangan, namun lebih berkaitan dengan selera makan, kenampakan maupun sifatnya selama penyimpanan (Sudarmadji et al., 2010).

Sunita mengemukakan bahwa pangan adalah semua bahan yang dapat dijadikan makanan (Almatsier, 2010). Hal ini sesuai dengan konsep dalam Undang-Undang tentang pangan terbaru, yaitu UU No. 18 Tahun 2012 yang menyatakan bahwa pangan adalah segala sesuatu yang berasal dari sumber hayati produk pertanian, perkebunan, kehutanan, perikanan, peternakan, perairan, dan air, baik yang diolah maupun tidak diolah yang diperuntukkan sebagai makanan atau minuman bagi konsumsi manusia, termasuk bahan tambahan pangan, bahan baku pangan, dan bahan lainnya yang digunakan dalam proses penyiapan, pengolahan, dan/atau pembuatan makanan atau minuman (Pemerintah Republik Indonesia, 2012). Pada UU tentang pangan terbaru juga menjelaskan, pangan pokok didefinisikan secara eksplisit. Pangan pokok merupakan pangan yang diperuntukkan sebagai makanan utama sehari-hari sesuai dengan potensi sumber daya dan kearifan lokal. Begitu juga dengan pangan lokal didefinisikan bahwa makanan yang dikonsumsi oleh masyarakat setempat sesuai dengan potensi dan kearifan lokal.

Berdasarkan pendapat beberapa ahli definisi tentang bahan makanan/pangan dari sehingga penulis menyimpulkan bahwa bahan makanan/bahan pangan merupakan segala sesuatu yang berasal dari sumber hayati produk pertanian, perkebunan, kehutanan, perikanan, peternakan, perairan, dan air, baik yang diolah maupun tidak diolah yang diperuntukkan sebagai makanan atau minuman bagi konsumsi manusia, termasuk bahan tambahan pangan, bahan baku pangan, dan bahan lainnya yang digunakan dalam proses penyiapan, pengolahan, dan/atau pembuatan makanan atau minuman namun tidak termasuk kosmetik atau tembakau atau zat yang hanya digunakan sebagai obat.

Pemanfaatan atau konsumsi pangan merupakan salah satu *entry point* dan sub sistem untuk memantapkan ketahanan pangan. Dengan mengetahui pola konsumsi pangan masyarakat akan dapat disusun kebijakan terkait dengan penyediaan pangan, baik yang berasal dari produksi dalam negeri maupun impor. Kebijakan produksi pangan mencakup berapa volume dan jenis pangan yang mampu diproduksi dengan memperhatikan sumberdaya lahan, air, teknologi dan sarana pendukung lainnya. Dengan memperhatikan potensi produksi dan permintaan pangan akan dapat ditetapkan berapa banyak dan jenis pangan yang harus diproduksi di dalam negeri atau diimpor. Selain itu dengan mengetahui perubahan konsumsi pangan masyarakat, juga dapat disusun kebijakan harga dan distribusi pangan agar masyarakat dapat menjangkau pangan yang tersedia (Badan Ketahanan Pangan, 2021).

Penyelenggaraan pangan dilakukan dengan berdasarkan asas kedaulatan; kemandirian; ketahanan; keamanan; manfaat; pemerataan; berkelanjutan; dan keadilan (Pemerintah Republik Indonesia, 2012). Penyelenggaraan Pangan bertujuan untuk:

1. Meningkatkan kemampuan memproduksi pangan secara mandiri;
2. Menyediakan pangan yang beraneka ragam dan memenuhi persyaratan keamanan, mutu, dan gizi bagi konsumsi masyarakat;
3. Mewujudkan tingkat kecukupan pangan, terutama pangan Pokok dengan harga yang wajar dan terjangkau sesuai dengan kebutuhan masyarakat;
4. Mempermudah atau meningkatkan akses pangan bagi masyarakat, terutama masyarakat rawan pangan dan gizi;
5. Meningkatkan nilai tambah dan daya saing komoditas Pangan di pasar dalam negeri dan luar negeri;
6. Meningkatkan pengetahuan dan kesadaran Masyarakat tentang pangan yang aman, bermutu, dan bergizi bagi konsumsi masyarakat;
7. Meningkatkan kesejahteraan bagi petani, nelayan, pembudidaya ikan, dan pelaku usaha pangan; dan

8. Melindungi dan mengembangkan kekayaan sumber daya Pangan nasional.

Berdasarkan UU No. 18 Tahun 2012, pemerintah pusat dan pemerintah daerah berkewajiban mewujudkan panganekaragaman konsumsi pangan untuk memenuhi kebutuhan gizi masyarakat dan mendukung hidup sehat, aktif, dan produktif. Dalam Perpu No.17 tahun 2015 tentang ketahanan pangan dan gizi menjelaskan bahwa panganekaragaman pangan merupakan upaya meningkatkan ketersediaan pangan yang beragam dan yang berbasis potensi sumber daya lokal untuk:

1. Memenuhi pola konsumsi pangan yang beragam, bergizi seimbang, dan aman;
2. Mengembangkan usaha pangan; dan/atau
3. Meningkatkan kesejahteraan masyarakat (Pemerintah Republik Indonesia, 2015).

Panganekaragaman pangan dilakukan dengan: a. penetapan kaidah panganekaragaman pangan; b. pengoptimalan pangan lokal; c. pengembangan teknologi dan sistem insentif bagi usaha pengolahan pangan lokal; d. pengenalan jenis pangan baru, termasuk pangan lokal yang belum dimanfaatkan; e. pengembangan diversifikasi usaha tani dan perikanan; f. peningkatan ketersediaan dan akses benih dan bibit tanaman, ternak, dan ikan; g. pengoptimalan pemanfaatan lahan, termasuk lahan pekarangan; h. penguatan usaha mikro, kecil, dan menengah di bidang pangan; dan i. pengembangan industri pangan yang berbasis pangan lokal (Pemerintah Republik Indonesia, 2012).

Panganekaragaman konsumsi pangan diarahkan untuk meningkatkan kesadaran masyarakat dan membudayakan pola konsumsi pangan yang beragam, bergizi seimbang, dan aman serta sesuai dengan potensi dan kearifan lokal (Pemerintah Republik Indonesia, 2012). Panganekaragaman konsumsi pangan dilakukan dengan:

1. Mempromosikan penganekaragaman konsumsi pangan;
2. Meningkatkan pengetahuan dan kesadaran masyarakat untuk mengonsumsi aneka ragam pangan dengan prinsip gizi seimbang;
3. Meningkatkan keterampilan dalam pengembangan olahan Pangan Lokal; dan
4. Mengembangkan dan mendiseminasikan teknologi tepat guna untuk pengolahan pangan lokal.

UU No. 18 Tahun 2012 tentang pangan, mendefinisikan pangan berdasarkan proses pengolahannya:

1. Pangan segar adalah pangan yang belum mengalami pengolahan yang dapat dikonsumsi langsung dan/atau yang dapat menjadi bahan baku pengolahan Pangan.
2. Pangan olahan adalah makanan atau minuman hasil proses dengan cara atau metode tertentu dengan atau tanpa bahan tambahan.
3. Pangan produk rekayasa genetik adalah pangan yang diproduksi atau yang menggunakan bahan baku, bahan tambahan pangan, dan/atau bahan lain yang dihasilkan dari proses rekayasa genetik (Pemerintah Republik Indonesia, 2012).

C. Penggolongan dan Jenis Bahan Makanan

Pangan dapat dibagi beberapa golongan dan jenis bahan makanan menurut beberapa aspek, antara lain berdasarkan sumber, fungsi, tingkat kerusakan, Daftar Komposisi Bahan Makanan (DKBM) atau Tabel Komposisi Bahan Pangan Indonesia (TKPI), Daftar Bahan Makanan Penukar (DBMP), Bentuk, Pola Pangan Harapan (PPH) atau Desirable Dietary Pattern dan digunakan oleh FAO. Secara detail sebagai berikut:

1. Berdasarkan Sumber

Berdasarkan sumbernya pangan dibagi menjadi 2, yaitu pangan nabati dan hewani (Downer et al., 2020). Bahan makanan nabati adalah bahan makanan yang berasal dari tumbuh tumbuhan, antara lain padi – padian, umbi – umbian, sayur – sayuran, buah – buahan dan lain sebagainya.

Sedangkan bahan makanan hewani adalah bahan makanan yang berasal dari hewan, antara lain daging, susu, telur, ikan dan lain sebagainya (Putri et al., 2020).

2. Berdasarkan Fungsi

Bahan makanan berperan dalam menyumbangkan zat gizi bagi tubuh. Zat gizi tersebut meliputi zat gizi makro (karbohidrat, protein, lemak) dan mikro (vitamin dan mineral) (Irianto & Waluyo, 2004). Zat gizi tersebut merupakan bagian dari triguna makanan sebagai zat tenaga, zat pembangun dan zat pengatur (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2014).

Bahan makanan dikelompokkan menjadi 3 berdasarkan fungsinya (Winarno, 1997), antara lain:

a. Sumber Zat Tenaga

Pangan yang berfungsi sebagai sumber zat tenaga utama adalah karbohidrat, seperti nasi, jagung, kentang, ketela, mi, tepung terigu, gandum dan lain sebagainya. 1gram karbohidrat mengandung 4 kalori. Selain karbohidrat sumber tenaga lainnya adalah lemak. 1gram lemak mengandung 9 kalori.

b. Sumber Zat Pembangun

Pangan yang berfungsi sebagai sumber zat pembangun jaringan tubuh adalah protein. Protein juga mempunyai fungsi mengatur beberapa fungsi dalam tubuh, antibodi, dan sumber energi cadangan. Makanan sumber protein meliputi susu dan produk olahannya, daging, ikan, unggas, dan kacang-kacangan. 1 gram protein mengandung 4 kalori.

c. Sumber Zat Pengatur

Pangan yang berfungsi sebagai sumber zat pengatur adalah vitamin dan mineral terdapat dalam sayur, buah dan beberapa pangan hewani.

3. Berdasarkan Tingkat Kerusakan

Bahan makanan berdasarkan daya tahannya terhadap kerusakan dibedakan menjadi cepat rusak (*Highly perishable*), mudah rusak (*Perishable*), agak mudah rusak (*Semi perishable*), dan tidak mudah rusak (*Non perishable*) (Fardet et al., 2015). Cepat rusak (*Highly perishable*) adalah bahan makanan yang akan mengalami kerusakan dalam waktu 1-6 jam seperti susu, ikan, daging, ayam, dan jeroan. Mudah rusak (*Perishable*) adalah bahan makanan mengalami kerusakan dalam waktu 1-2 hari seperti buah dan sayuran. Agak mudah rusak waktu beberapa bulan seperti kacang – kacangan dan biji – bijian (Siswati et al., 2022).

- a. Berdasarkan Daftar Komposisi Bahan Makanan (DKBM) atau Tabel Komposisi Bahan Pangan Indonesia (TKPI)

Berdasarkan DKBM, bahan makanan dapat digolongkan menjadi (Departemen Kesehatan RI, 2013):

- 1) Sereal dan hasil olahannya
- 2) Umbi berpati dan hasil olahannya
- 3) Kacang-kacangan dan hasil olahannya
- 4) Sayur dan hasil olahannya
- 5) Buah-buahan dan hasil olahannya
- 6) Daging dan hasil olahannya
- 7) Ikan air laut, ikan air tawar, udang, kerang dan hasil olahannya
- 8) Telur, seperti telur ayam, telur itik, telur puyuh dan telur penyu serta hasil olahannya
- 9) Susu dan hasil olahannya
- 10) Lemak dan minyak
- 11) Gula dan sirup, konveksionari
- 12) Semua jenis bumbu-bumbu

Penambahan poin ke-12 berupa bumbu-bumbu klasifikasi DKBM menjadi TKPI. Pengelompokan TKPI ini merujuk kepada pengelompokan pangan yang dilakukan oleh harmonisasi ASEAN (Kementerian Kesehatan RI, 2017). Menurut Atma, (2018) bumbu dibedakan menjadi tiga golongan besar, yaitu:

- 1) Bumbu (*hears*), bumbu yang berasal dari tumbuhan seperti bawang merah dan jahe.
- 2) Rempah (*spices*), bumbu yang berasal dari tumbuhan juga tetapi digunakan dalam keadaan kering (telah dikeringkan), seperti pala, merica dan cengkeh.
- 3) Bumbu (*seasoning*) yang merupakan hasil campuran beberapa macam bumbu lainnya, seperti saus, kecap, cairan bumbu jadi, royko dan vetsin

Berdasarkan asalnya bumbu juga dibedakan menjadi:

- 1) Bumbu yang berasal dari hewan, seperti ebi dan terasi;
- 2) Bumbu yang berasal dari tumbuhan, seperti pala, bawang putih dll;
- 3) Bumbu buatan, hasil campuran beberapa bumbu segar dan rempah lainnya, misalnya bumbu sup, bumbu rendang dll.

Bumbu dan rempah yang digunakan untuk memasak juga dibedakan menjadi tiga kelompok:

- 1) Bumbu segar, bumbu yang digunakan secara langsung dalam keadaan segar. Dilakukan proses awal pengupasan, pengecilan ukuran atau penghalusan. Penggunaannya sesuai dengan menu masakan yang akan diproses atau diolah.
- 2) Bumbu kering, bumbu yang telah mengalami pengeringan, sehingga dapat tahan lama dan awet untuk disimpan. Pengeringan bumbu sangat dipengaruhi oleh jenis bahan, suhu, kelembaban udara, kecepatan udara dan waktu pengeringan.
- 3) Bumbu jadi, bumbu yang telah mengalami proses atau sudah merupakan ramuan atau campuran dari beberapa jenis bumbu segar atau kering, seperti bumbu opor bumbu rendang dan bumbu kari.
- 4) Rempah-rempah, bumbu berupa bentuk kering seperti pala, ketumbar, kemuri dan lainnya.
- 5) Bumbu lainnya berupa hasil buatan manusia, seperti gula, garam dan cuka.

Bumbu berdasarkan bentuknya dibedakan menjadi:

- 1) Berupa umbi dan akar, seperti lengkuas, kunyit dan jahe.
- 2) Berupa batang, seperti serai dan kayu manis.
- 3) Berupa daun, seperti daun salam, daun kari, daun jeruk, daun mint, daun seledri dan lainnya
- 4) Berupa buah dan biji, seperti kemiri, ketumbar, merica, cabai dan lainnya
- 5) Berupa bunga, seperti bunga lawang dan bunga cengkeh.

4. Berdasarkan Daftar Bahan Makanan Penukar (DBMP)

Berdasarkan daftar bahan makanan penukar bahan makanan digolongkan menjadi:

- a. Golongan I. Sumber karbohidrat: nasi, kentang, mi, roti dan lainnya.
- b. Golongan II. Sumber protein hewani: ikan, daging merah dan daging putih dan lainnya.
- c. Golongan III. Sumber protein nabati: kacang kedelai, tahu, tempe, susu kedelai, dan lainnya.
- d. Golongan IV. Sumber sayuran: bayam, kangkung, sawi, wortel, kacang panjang, buncis dan lainnya.
- e. Golongan V. Sumber buah dan gula: semangka, pisang, papaya, jeruk, nangka, apel, gula putih, gula aren, gula merah dan lainnya.
- f. Golongan VI. Susu dan turunannya: yoghurt, susu murni, susu kotak dan lainnya.
- g. Golongan VII. Minyak: minyak jagung, minyak bunga matahari, minyak kelapa, minyak sawit dan lainnya.
- h. Golongan VIII. Makanan tanpa energi: kopi dan teh tanpa tambahan gula. (Siswati et al., 2022)

5. Berdasarkan Bentuk

Berdasarkan bentuknya bahan makanan dibedakan menjadi bahan makanan segar, bahan makanan setengah jadi dan bahan makanan kering. Bahan makanan segar adalah

bahan makanan yang berasal dari hasil pertanian, peternakan, dan belum mengalami pengolahan. Contoh dari bahan makanan segar adalah sayuran yang habis dipanen, ayam yang berasal dari rumah potong ayam. Bahan makanan setengah jadi adalah bahan makanan yang sudah mengalami pengolahan namun belum jadi dan masih memerlukan pengolahan lebih lanjut sampai matang (tuntas). Contoh bahan makanan setengah jadi dari serealialia yaitu beras, jagung, gandum, tepung gandum, tepung maizena, dan sebagainya. Bahan makanan jadi adalah bahan makanan yang sudah mengalami pengolahan dari bahan mentah menjadi bahan matang. Contoh dari bahan makanan jadi adalah tempe goreng, ayam goreng, nasi, tumis kangkung dan bahan makanan lain yang sudah mengalami pengolahan hingga matang dan siap dikonsumsi.

6. Berdasarkan Pola Pangan Harapan (PPH) atau *Desirable Dietary Pattern* dan digunakan oleh FAO

Menurut pola pangan harapan, komposisi susunan pangan atau kelompok pangan yang didasarkan pada kontribusi energi baik mutlak, maupun relatif yang memenuhi kebutuhan gizi secara kuantitas, kualitas maupun keragamannya dengan mempertimbangkan aspek sosial, ekonomi, budaya, agama dan cita rasa (Badan Ketahanan Pangan, 2015). Pengelompokan pangan berdasarkan Pola Pangan Harapan (PPH) (Herforth et al., 2019):

a. Kelompok Pangan Padi-Padian

Jenis Komoditas (Kelompok PPH) antara lain Beras, seperti beras putih, beras merah, beras hitam, ketan putih, ketan hitam dan ketan merah (Syamsidah & Suryani, 2018), beras dan juga olahannya, jagung (jagung putih, kuning dan ungu) dan olahannya, seperti jagung pipilan dan popcorn.

b. Kelompok Pangan Umbi-Umbian

Jenis Komoditas (Kelompok PPH) antara lain Ubi kayu, ubi jalar, kentang, talas, ganyong, talas, porang (semua ini termasuk makanan mengandung pati) dan hasil olahannya seperti tepung tapioka, keripik kentang, talas, tape dan lainnya.

c. Kelompok Pangan Pangan Hewani

Jenis komoditas (Kelompok PPH) antara lain daging dan olahannya, ikan dan olahannya, telur dan susu serta olahannya, seperti nugget, ikan kaleng, ikan bandeng presto, ikan asin, telur asin, telur pindang, dan lainnya.

d. Kelompok Pangan Minyak dan Lemak

Jenis Komoditas (Kelompok PPH) antara lain Minyak kelapa, minyak sawit, mentega, margarin, minyak jagung, minyak wijen, minyak kacang tanah, minyak biji bunga matahari dan lemak hewan (minyak samin) (Syamsidah & Suryani, 2018).

e. Kelompok Pangan Buah dan Biji Yang Berminyak

Jenis Komoditas (Kelompok PPH) antara lain Kelapa, kemiri, kenari dan coklat dan hasil olahannya, seperti kelapa serbuk, kelapa instant, coklat bubuk, coklat, batangan, dan lainnya.

f. Kelompok Pangan Kacang-Kacangan

Jenis Komoditas (Kelompok PPH) antara lain Kacang tanah, kacang merah, kacang kedelai, kacang hijau, kacang polong, kacang mete, tahu, tempe, taucu, kecap dan sari kedelai.

g. Kelompok Pangan Gula dan Sirup

Jenis Komoditas (Kelompok PPH) antara lain Gula merah, gula pasir, gula aren, sirup, minuman jadi dalam botol dan kaleng, madu, gula semut dan lainnya.

h. Kelompok Pangan Sayur –sayuran dan Buah-Buahan

Jenis Komoditas (Kelompok PPH) antara lain Sayur segar dan olahannya, buah segar dan olahannya, seperti sayur asin, sayuran kaleng, buah kaleng, selai, manisan, *fruit leather* dan lainnya.

i. Kelompok Pangan Lain-Lain

Jenis Komoditas (Kelompok PPH) antara lain Berbagai bumbu dan bahan minuman, cengkeh, merica, ketumbar, pala, asam jawa, semua bumbu masak, teh dan kopi.

Penentuan jenis pangan yang dikonsumsi sangat tergantung kepada beberapa faktor, di antaranya jenis tanaman penghasil bahan pangan pokok yang biasa ditanam di daerah serta tradisi yang diwariskan oleh budaya setempat. Perilaku konsumsi pangan masyarakat dilandasi oleh kebiasaan makan (*food habit*) yang tumbuh dan berkembang dalam lingkungan keluarga melalui proses sosialisasi. Kebiasaan makan tersebut dapat dipengaruhi oleh lingkungan ekologi (ciri tanaman pangan, ternak dan ikan yang tersedia dan dapat dibudidayakan setempat), lingkungan budaya dan sistem ekonomi (Hidayah, 2011).

DAFTAR PUSTAKA

- Almatsier, S. (2010). Prinsip Dasar Ilmu Gizi. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Atma, Y. (2018). Dasar Pengetahuan Bahan Pangan (1st ed.). Trilogi University Press.
- Badan Ketahanan Pangan. (2015). Panduan Perhitungan Pola Pangan Harapan (PPH). In Badan Ketahanan Pangan.
- Badan Ketahanan Pangan. (2021). Direktori Perkembangan Konsumsi Pangan (Vol. 3, Issue Tahun 2021). Kementerian Pertanian RI.
- Departemen Kesehatan RI. (2013). DKBM (Daftar Komposisi Bahan Makanan) Departemen Kesehatan RI. In Departemen Kesehatan RI (Issue December).
- Downer, S., Berkowitz, S. A., Berkowitz, S. A., Harlan, T. S., Olstad, D. L., & Mozaffarian, D. (2020). Food is Medicine: Actions To Integrate Food And Nutrition Into Healthcare. In *The BMJ* (Vol. 369). <https://doi.org/10.1136/bmj.m2482>
- Fardet, A., Rock, E., Bassama, J., Bohuon, P., Prabhasankar, P., Monteiro, C., Moubarac, J. C., & Achir, N. (2015). Current Food Classifications In Epidemiological Studies Do Not Enable Solid Nutritional Recommendations For Preventing Diet-Related Chronic Diseases: The impact of food processing. *Advances in Nutrition*, 6(6). <https://doi.org/10.3945/an.115.008789>
- Food and Agriculture Organization (FAO). (2023). *FAO Publications Catalogue 2023*. FAO. <https://doi.org/10.4060/CC7285EN>
- Herforth, A., Arimond, M., Álvarez-Sánchez, C., Coates, J., Christianson, K., & Muehlhoff, E. (2019). A Global Review of Food-Based Dietary Guidelines. In *Advances in Nutrition* (Vol. 10, Issue 4). <https://doi.org/10.1093/advances/nmy130>

- Hidayah, N. (2011). Kesiapan Psikologis Masyarakat Pedesaan dan Perkotaan Menghadapi Diversifikasi Pangan Pokok. *HUMANITAS: Indonesian Psychological Journal*, 8(1), 88–104. <https://doi.org/10.26555/humanitas.v8i1.456>
- Irianto, K., & Waluyo, K. (2004). *Gizi dan Pola Hidup Sehat* (1st ed.). Yrama Widya, Bandung.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2014). *Pedoman Gizi Seimbang*. Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 41 Tentang Pedoman Gizi Seimbang.
- Kementerian Kesehatan RI. (2017). *Tabel Komposisi Pangan Indonesia* (1st ed.). Kementerian Kesehatan RI.
- Pemerintah Republik Indonesia. (2012). *Undang-Undang (UU) Nomor 18 Tahun 2012 tentang Pangan*. In Pemerintah Pusat Indonesia.
- Pemerintah Republik Indonesia. (2015). *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 17 Tahun 2015 Tentang Ketahanan Pangan dan Gizi*. Lembaga Negara RI, 1–63. <https://peraturan.bpk.go.id/Home/Details/5581>
- Putri, E. B. A., Tayong, S. N., Dhewi, S., Conterius, R. E. B., Afrinis, N., Badi'ah, A., Saragih, M., Fahrul, R., Bintanah, S., Widyarni, A., Pijaryani, I., Utami, D. K., Sambriong, M., Wahyuni, L. E. T., Wahyuningrum, D. R., Siddiq, M. N. A. A., Inayah, H. K., Lasepa, W., Yolanda, H., ... Majiding, C. M. (2020). *Ilmu Gizi dan Pangan (Teori dan Penerapan)*. MEDIA SAINS INDONESIA; Kota Bandung. <https://zlibrary-id.se/book/26086279/fae0cf>
- Siswati, T., Sa'diyah, A., K., A. P., Rismayana, R., Sulistiana, D., Mardiyah, U., Kristanto, B., A., D. P., Indis, N. Al, Patimah, Aisyah, S., Sandra, L., Satriawan, D., & Rahmawati. (2022). *Kimia Analisis Bahan Pangan* (M. S. Mila Sari, S.ST (ed.)). PT. Global Eksekutif Teknologi, Padang.

- Sudarmadji, S., Haryono, B., & Suhardi. (2010). Analisa untuk Bahan Makanan Dan Pertanian (Vol. 4, Issue 3). Liberty Yogyakarta Kerjasama Dengan Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi, Universitas Gadjah Mada. <https://opac.perpusnas.go.id/DetailOpac.aspx?id=208770>
- Syamsidah, & Suryani, H. (2018). Pengetahuan Bahan Makanan (1st ed.). Deepublish Publisher, Yogyakarta.
- Tejasari. (2019). Nilai Gizi Pangan (2nd ed.). Pustaka Panasea, Yogyakarta.
- Winarno, F. G. (1997). Kimia Pangan dan Gizi. In Jakarta. Liberty. Yogyakarta. Gramedia pustaka utama.

BAB 2

KONSEP KERUSAKAN BAHAN PANGAN

Ritma Dewanti, S.Gz., M.Gz.

A. Konsep Kerusakan Bahan Pangan

Kerusakan pada bahan pangan akan menyebabkan penurunan mutu pangan. Bahan pangan akan mengalami kerusakan yang dipengaruhi oleh semua variabel lingkungan yang dialami seperti panas, dingin, cahaya, oksigen, kelembaban, kekeringan dan juga serangan dari bakteri, khamir, kapang, insekta dan rodentia (binatang pengerat). Kerusakan bahan pangan juga akan terjadi jika pada setelah melakukan panen bahan pangan tidak disimpan dengan benar.

Kerusakan bahan pangan adalah perubahan sensorik yang dianggap tidak diterima oleh konsumen. Sedangkan pembusukan adalah kerusakan yang disebabkan oleh mikroorganisme seperti bakteri, kapang, dan khamir yang menghasilkan senyawa-senyawa yang merusak bahan pangan. Menurut (Susiwi, 2009) kerusakan bahan pangan dapat dipengaruhi dan disebabkan oleh berbagai hal yaitu sebagai berikut. Bila ditinjau dari penyebabnya, kerusakan bahan pangan dapat dibagi menjadi beberapa jenis, yaitu:

1. Kerusakan Mikrobiologis

Pada umumnya kerusakan mikrobiologis tidak hanya terjadi pada bahan mentah, tetapi juga pada bahan setengah jadi maupun pada bahan hasil olahan. Kerusakan ini sangat merugikan dan kadang-kadang berbahaya bagi kesehatan karena racun yang diproduksi, penularan serta penjarangan

kerusakan yang cepat. Bahan yang telah rusak oleh mikroba juga dapat menjadi sumber kontaminasi yang berbahaya bagi bahan lain yang masih sehat atau segar. Penyebab kerusakan mikrobiologis adalah bermacam-macam mikroba seperti kapang, khamir dan bakteri. Cara kerusakannya dengan menghidrolisa atau mendegradasi makromolekul yang menyusun bahan tersebut menjadi fraksi-fraksi yang lebih kecil.

2. Kerusakan Mekanis

Kerusakan mekanis disebabkan adanya benturan-benturan mekanis. Kerusakan ini terjadi pada benturan antar bahan, waktu dipanen dengan alat, selama pengangkutan (tertindih atau tertekan) maupun terjatuh, sehingga mengalami bentuk atau cacat berupa memar, tersobek atau terpotong.

3. Kerusakan Fisik

Kerusakan fisik ini disebabkan karena perlakuan-perlakuan fisik. Misalnya terjadinya "*case hardening*" karena penyimpanan dalam gudang basah menyebabkan bahan seperti tepung kering dapat menyerap air sehingga terjadi pengerasan atau membatu. Dalam pendinginan terjadi kerusakan dingin (*chilling injuries*) atau kerusakan beku (*freezing injuries*) dan "*freezer burn*" pada bahan yang dibekukan. Sel-sel tenunan pada suhu pembekuan akan menjadi kristal es dan menyerap air dari sel sekitarnya. Akibat dehidrasi ini, ikatan sulfhidril (-SH) dari protein akan berubah menjadi ikatan disulfida (-S-S-), sehingga fungsi protein secara fisiologis hilang, fungsi enzim juga hilang, sehingga metabolisme berhenti dan sel rusak kemudian membusuk. Pada umumnya kerusakan fisik terjadi bersama-sama dengan bentuk kerusakan lainnya.

4. Kerusakan Biologis

Yang dimaksud dengan kerusakan biologis yaitu kerusakan yang disebabkan karena kerusakan fisiologis, serangga dan binatang pengerat (rodentia). Kerusakan fisiologis meliputi kerusakan yang disebabkan oleh reaksi-

reaksi metabolisme dalam bahan atau oleh enzim-enzim yang terdapat didalam bahan itu sendiri secara alami sehingga terjadi autolisis dan berakhir dengan kerusakan serta pembusukan. Contohnya daging akan membusuk oleh proses autolisis, karena itu daging mudah rusak dan busuk bila disimpan pada suhu kamar. Keadaan serupa juga dialami pada beberapa buah-buahan.

5. Kerusakan Kimia

Kerusakan kimia dapat terjadi karena beberapa hal, diantaranya "*coating*" atau enamel, yaitu terjadinya noda hitam FeS pada makanan kaleng karena terjadinya reaksi lapisan dalam kaleng dengan H-S- yang diproduksi oleh makanan tersebut. Adanya perubahan pH menyebabkan suatu jenis pigmen mengalami perubahan warna, demikian pula protein akan mengalami denaturasi dan penggumpalan. Reaksi browning dapat terjadi secara enzimatis maupun non-enzimatis. Browning non-enzimatis merupakan kerusakan kimia yang mana dapat menimbulkan warna coklat yang tidak diinginkan.

B. Faktor Penyebab Kerusakan Bahan Pangan

Penyebab utama kerusakan bahan pangan adalah pertumbuhan dan aktivitas mikroorganisme, Aktivitas enzim dalam bahan pangan, suhu baik suhu tinggi maupun suhu rendah, udara khususnya oksigen, kadar air dan kekeringan, Cahaya dan serangga, parasit serta pengerat. Pengawetan pangan pada dasarnya adalah tindakan untuk memperkecil atau menghilangkan faktor-faktor perusak tersebut (Santoso Sp, 2006).

Menurut Susiwi (2009) berikut ini adalah faktor utama kerusakan bahan pangan yaitu sebagai berikut:

1. Pertumbuhan dan Aktivitas Mikroba

Mikroba merupakan penyebab kebusukan pangan dapat ditemukan di tanah, air dan udara. Secara normal tidak ditemukan di dalam tenunan hidup, seperti daging hewan atau daging buah. Tumbuhnya mikroba di dalam bahan

pangan dapat mengubah komposisi bahan pangan, dengan cara:

- a. Menghidrolisis pati dan selulosa menjadi fraksi yang lebih kecil; menyebabkan fermentasi gula;
- b. Menghidrolisis lemak dan menyebabkan ketengikan;
- c. Serta mencerna protein dan menghasilkan bau busuk dan amoniak. Beberapa mikroba dapat membentuk lendir, gas, busa, warna, asam, toksin, dan lainnya. Mikroba Menyukai kondisi yang hangat dan lembab.

a. Bakteri

Bakteri dapat berbentuk cocci (*Streptococcus* sp.), bentuk cambuk pada bacilli, bentuk spiral pada spirilla dan vibrios. Bakteri berukuran satu mikron sampai beberapa mikron, dapat membentuk spora yang lebih tahan terhadap: panas, perubahan kimia, pengolahan dibandingkan enzim. Suhu pertumbuhan untuk: bakteri thermophilic (450C–550C); bakteri mesophilic (200C–450C) sedangkan bakteri psychrophylc <200C.

b. Khamir

Khamir mempunyai ukuran 20 mikron atau lebih dan berbentuk bulat atau lonjong (elips).

c. Kapang

Kapang berukuran lebih besar dan lebih kompleks, contohnya *Aspergillus* Sp., *Penicillium* Sp., dan *Rhizopus* Sp. Kapang hitam pada roti, warna merah jingga. pada oncom, warna putih dan hitam pada tempe disebabkan oleh warna conidia atau sporanya. Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan mikroba di antaranya: air, pH, RH, suhu, oksigen, dan mineral

d. Air

Pertumbuhan mikroba tidak pernah terjadi tanpa adanya air. Air dalam substrat yang dapat digunakan untuk pertumbuhan mikroba biasanya dinyatakan dengan “*water activity*” (aw). Aw dibedakan dengan RH, aw digunakan untuk larutan atau bahan makanan, dan RH untuk udara atau ruangan.

Bakteri perlu air lebih banyak dari kapang dan khamir, serta tumbuh baik pada aw mendekati satu yaitu pada konsentrasi gula atau garam yang rendah. Aw optimum dan batas terendah untuk tumbuh tergantung dari macam bakteri, makanan, suhu, pH, adanya oksigen, CO₂ dan senyawa-senyawa penghambat. Pada umumnya kapang membutuhkan lebih sedikit daripada khamir dan bakteri. Setiap kapang mempunyai aw minimum untuk tumbuh, dan untuk mencegah pertumbuhan kapang sebaiknya aw diturunkan hingga dibawah 0,62. Khamir membutuhkan air yang lebih sedikit dibandingkan bakteri, tetapi lebih banyak daripada kapang. Umumnya batas aw terendah untuk khamir sekitar 0,88–0,94.

e. Ph

pH menentukan macam mikroba yang tumbuh dalam makanan, dan setiap mikroba masing-masing mempunyai pH optimum, pH minimum dan pH maksimum untuk pertumbuhannya. Bakteri paling baik tumbuh pada pH netral, beberapa suka suasana asam, sedikit asam atau basa. Kapang tumbuh pada pH 2–8,5, biasanya lebih suka pada suasana asam. Sedangkan khamir tumbuh pada pH 4–4,5 dan tidak tumbuh pada suasana basa

f. Suhu

Setiap mikroba mempunyai suhu optimum, suhu minimum, dan suhu maksimum untuk pertumbuhannya. Bakteri mempunyai suhu optimum antara 200C–450C. Suhu optimum pertumbuhan kapang sekitar 250C–300C, tetapi *Aspergillus* sp. tumbuh baik pada 350C–370C. Umumnya khamir mempunyai suhu optimum pertumbuhan serupa kapang, yaitu sekitar 250C–300C

g. Oksigen

Berdasarkan proses respirasinya, mikroba dibagi menjadi 4 golongan, yaitu aerobik, anaerobik, fakultatif dan mikroaerofilik. Mikroba golongan aerobik bila

memerlukan oksigen bebas, umumnya kapang pada makanan. Golongan anaerob tidak memerlukan oksigen dan tumbuh baik tanpa adanya oksigen bebas. Golongan fakultatif dapat tumbuh dengan atau tanpa oksigen bebas, dan mikroaerofilik bila membutuhkan sejumlah kecil oksigen bebas.

2. Aktivitas Enzim-Enzim di dalam Bahan Pangan

Enzim yang ada dalam bahan pangan dapat berasal dari mikroba atau memang sudah ada dalam bahan pangan tersebut secara normal. Enzim ini memungkinkan terjadinya reaksi kimia dengan lebih cepat, dan dapat mengakibatkan bermacam-macam perubahan pada komposisi bahan pangan.

Enzim dapat diinaktifkan oleh panas/suhu, secara kimia, radiasi atau perlakuan lainnya. Beberapa Reaksi enzim yang tidak berlebihan dapat menguntungkan, misalkan pada pematangan buah-buahan. Pematangan dan pengempukan yang berlebih dapat menyebabkan kebusukan. Keaktifan maksimum dari enzim antara pH 4 –8 atau sekitar pH 6.

3. Serangga Parasit dan Tikus

Serangga merusak buah-buahan, sayuran, biji-bijian dan umbi-umbian. Gigitan serangga akan melukai permukaan bahan pangan sehingga menyebabkan kontaminasi oleh mikroba. Pada bahan pangan dengan kadar air rendah (biji-bijian, buah-buahan kering) dicegah secara umigasi dengan zat-zat kimia: metil bromida, etilen oksida, propilen oksida. Etilen oksida dan propilen oksida tidak boleh digunakan pada bahan pangan dengan kadar air tinggi karena dapat membentuk racun.

Parasit banyak ditemukan di dalam daging babi adalah cacing pita, dapat menjadi sumber kontaminasi pada manusia. Tikus Sangat merugikan karena jumlah bahan yang dimakan, juga kotoran, rambut dan urine tikus merupakan media untuk bakteri serta menimbulkan bau yang tidak enak.

4. Suhu (Pemanasan dan Pendinginan)

Pemanasan dan pendinginan yang tidak diawasi secara teliti dapat menyebabkan kebusukan bahan pangan. Suhu pendingin sekitar 4,50C dapat mencegah atau memperlambat proses pembusukan. Pemanasan berlebih dapat menyebabkan denaturasi protein, pemecahan emulsi, merusak vitamin, dan degradasi lemak/minyak. Pembekuan pada sayuran dan buah-buahan dapat menyebabkan "thawing" setelah dikeluarkan dari tempat pembekuan, sehingga mudah kontaminasi dengan mikroba. Pembekuan juga dapat menyebabkan denaturasi protein susu dan penggumpalan.

5. Kadar Air

Kadar air pada permukaan bahan dipengaruhi kelembaban nisbi RH udara sekitar. Bila terjadi kondensasi udara pada permukaan bahan pangan akan dapat menjadi media yang baik bagi mikroba. Kondensasi tidak selalu berasal dari luar bahan. Di Dalam pengepakan buah-buahan dan sayuran dapat menghasilkan air dari respirasi dan transpirasi, air ini dapat membantu pertumbuhan mikroba.

6. Udara (Oksigen)

Udara dan oksigen selain dapat merusak vitamin terutama vitamin A dan C, warna bahan pangan, flavor dan kandungan lain, juga penting untuk pertumbuhan kapang. Umumnya kapang adalah aerobik, karena itu sering ditemukan tumbuh pada permukaan bahan pangan.

Oksigen dapat menyebabkan tengik pada bahan pangan yang mengandung lemak. Oksigen dapat dikurangi jumlahnya dengan cara menghisap udara keluar secara vakum atau penambahan gas inert selama pengolahan, mengganti udara dengan N₂, CO₂ atau menangkap molekul oksigen dengan pereaksi kimia.

7. Sinar

Sinar dapat merusak beberapa vitamin terutama riboflavin, vitamin A, vitamin C, warna bahan pangan dan juga menguba flavor susu karena terjadinya oksidasi lemak dan perubahan protein yang dikatalisis sinar. Bahan yang sensitif terhadap sinar dapat dilindungi dengan cara pengepakan menggunakan bahan yang tidak tembus sinar.

8. Waktu

Pertumbuhan mikroba, keaktifan enzim, kerusakan oleh serangga, pengaruh pemanasan atau pendinginan, kadar air, oksigen dan sinar, semua dipengaruhi oleh waktu. Waktu yang lebih lama akan menyebabkan kerusakan yang lebih besar, kecuali yang terjadi pada keju, minuman anggur, wiski dan lainnya yang tidak rusak selama "*ageing*".

C. Cara Penanggulangan Kerusakan Bahan Pangan

Ketahanan pangan terwujud apabila secara umum telah terpenuhi dua aspek sekaligus. Pertama adalah tersedianya pangan yang cukup dan merata untuk seluruh penduduk. Kedua, setiap penduduk mempunyai akses fisik dan ekonomi terhadap pangan untuk memenuhi kecukupan gizi guna menjalani kehidupan yang sehat dan produktif dari hari ke hari. Ketahanan pangan pada tingkat rumah tangga merupakan landasan bagi ketahanan pangan masyarakat, yang selanjutnya menjadi pilar bagi ketahanan pangan daerah dan nasional. Berdasarkan pemahaman tersebut maka salah satu prioritas utama pembangunan ketahanan pangan adalah memberdayakan masyarakat agar mereka mampu menanggulangi masalah pangannya secara mandiri serta mewujudkan ketahanan pangan rumah tangganya secara berkelanjutan (Dewan Ketahanan Pangan, 2009). Untuk penanggulangan kerusakan bahan pangan, berikut ini adalah beberapa langkah yang dapat diambil:

1. Identifikasi penyebab kerusakan: Identifikasi akar penyebab kerusakan bahan pangan, seperti faktor lingkungan, proses pengolahan yang salah, penyimpanan yang tidak tepat, atau

masalah dengan rantai pasokan. Dengan memahami penyebabnya, Anda dapat mengambil langkah-langkah yang tepat untuk mengatasi kerusakan tersebut.

2. Peningkatan kebersihan: Jaga kebersihan area penyimpanan dan pengolahan bahan pangan. Pastikan bahwa peralatan, permukaan, dan area kerja tetap bersih dengan rutin membersihkan dan mendisinfeksi. Dengan menjaga kebersihan yang baik, Anda dapat mencegah pertumbuhan mikroorganisme yang dapat merusak bahan pangan.
3. Pengawasan suhu: Periksa suhu penyimpanan bahan pangan secara teratur. Pastikan suhu sesuai dengan persyaratan masing-masing jenis makanan. Gunakan termometer untuk memantau suhu dalam lemari es, freezer, dan area penyimpanan lainnya. Suhu yang tidak tepat dapat mempercepat kerusakan bahan pangan.
4. Implementasi metode rotasi stok (FIFO): Terapkan metode "*First In, First Out*" (FIFO) untuk mengelola persediaan bahan pangan. Gunakan bahan pangan yang lebih lama lebih dulu sebelum yang baru agar bahan pangan tidak kedaluwarsa atau mengalami kerusakan. Ini membantu mengurangi penumpukan bahan pangan yang lama disimpan.
5. Pengemasan yang tepat: Pastikan bahan pangan dikemas dengan benar dan menggunakan wadah yang sesuai. Pengemasan yang baik dapat melindungi bahan pangan dari kontaminasi dan kerusakan fisik. Pastikan pengemasan kedap udara, tahan air, dan sesuai dengan kebutuhan makanan tertentu.
6. Pelatihan dan edukasi: Sediakan pelatihan kepada staf yang terlibat dalam penanganan dan pengolahan bahan pangan. Berikan pengetahuan yang tepat tentang kebersihan, pengolahan yang benar, dan praktik penanganan yang aman. Semakin tereduksi staf, semakin mampu mereka mengidentifikasi dan mencegah kerusakan bahan pangan.
7. Kualitas pemasok: Lakukan evaluasi terhadap pemasok bahan pangan Anda. Pastikan mereka memiliki sistem pengendalian kualitas yang baik dan mematuhi standar

keamanan pangan yang diperlukan. Komunikasikan kebutuhan kualitas dengan pemasok untuk memastikan bahan pangan yang diterima dalam kondisi yang baik.

8. Pemantauan dan pengawasan: Pantau secara teratur kondisi bahan pangan yang disimpan atau diproduksi. Periksa tanda-tanda kerusakan atau kebusukan. Jika ada bahan pangan yang rusak, segera singkirkan untuk mencegah penyebaran kontaminasi.
9. Kolaborasi dengan otoritas terkait: Jalin kerjasama dengan otoritas terkait seperti dinas Kesehatan.

Menurut Alfreds Rorong & Fenny Wilar (2020) berikut ini adalah Pencegahan kerusakan dari mikrobiologis akibat bakteri dapat ditempuh dengan jalan:

1. Mencegah terjadinya kontaminasi dengan menjalankan cara produksi pangan yang baik (CPPB);
2. Mencegah pertumbuhan mikroba dengan kontrol suhu, kadar air, pH, kontrol oksigen dan penggunaan BTP pengawet;
3. Eliminasi mikroba dengan sterilisasi uap panas, filtrasi mikroba, iradiasi;
4. Lima kunci keamanan pangan dari WHO: Jagalah kebersihan seperti cucilah tangan sebelum mengolah pangan dan sesering mungkin selama mengolah pangan; Pisahkan pangan mentah dan pangan matang seperti simpan pangan dalam wadah untuk menghindari kontak antara pangan matang dan mentah; Makanan dimasak dengan benar pada suhu 70 derajat celcius agar bakteri hilang sehingga aman untuk dikonsumsi; Jagalah pangan pada suhu aman; Gunakan air dan bahan baku yang aman;
5. Penggaraman: Penggaraman dapat memperpanjang umur simpan produk, karena garam mempunyai sifat bakteriosid (daya membunuh) dan bakteriostatik (daya menghambat). Aksi Osmotik larutan garam terhadap bahan pangan disebabkan karena bahan pangan bertindak sebagai suatu membran semipermeabel itu menurunkan kadar air sehingga garam berperan untuk menghambat kegiatan bakteriologis

dan enzimatis. Garam dapat berfungsi sebagai penghambat pertumbuhan mikroorganisme pembusuk patogen karena mempunyai sifat-sifat antimikroba sebagai berikut: Garam akan meningkatkan tekanan osmotik substrat; Garam menyebabkan terjadinya penarikan air dari dalam bahan pangan, sehingga aw bahan pangan akan menurun dan mikroorganisme tidak akan tumbuh; Garam mengakibatkan terjadinya penarikan air dari dalam mikroorganisme, sehingga sel akan kehilangan air dan mengalami pengerutan; Ionisasi garam akan menghasilkan ion khlor yang beracun terhadap mikroorganisme; Garam dapat mengganggu kerja enzim proteolitik karena dapat mengakibatkan terjadinya denaturasi protein.

D. Masa Simpan Baahan Pangan

Program nasional menetapkan bahwa teknologi produksi dan pengolahan bahan pangan merupakan prioritas utama untuk menunjang ketahanan dan ketersediaan pangan dalam jangka panjang. Dengan demikian, teknologi tepat guna perlu dikembangkan untuk mencegah kerusakan bahan pangan baik yang disebabkan oleh pengaruh cuaca dan serangan serangga maupun karena mikroba, terutama mikroba yang dapat memproduksi toksin mematikan. Teknologi pengawetan konvensional yang sampai saat ini masih digunakan bertujuan mempertahankan mutu sekaligus memperpanjang masa simpan bahan pangan antara lain dengan cara pengeringan, penggaraman, pemanasan, pembekuan dan pengasapan serta fumigasi. Penambahan bahan pengawet sintetis masih sering digunakan meskipun cara ini memberikan dampak negatif bagi kesehatan konsumen. Iradiasi merupakan suatu proses fisika yang dapat digunakan untuk mengawetkan dan meningkatkan keamanan bahan pangan (Zubaidah irawati, 2007).

Masa simpan bahan pangan dapat bervariasi tergantung pada jenis makanan tersebut, cara penyimpanan, dan kondisi lingkungan. Berikut ini adalah perkiraan umum mengenai masa simpan beberapa jenis bahan pangan:

1. Bahan Makanan Kering

- a. Beras, gandum, dan biji-bijian: Biasanya dapat bertahan hingga 1-2 tahun jika disimpan dalam wadah kedap udara di tempat yang sejuk dan kering.
- b. Pasta, mie, dan sereal: Biasanya dapat bertahan hingga 1-2 tahun jika disimpan dalam wadah kedap udara di tempat yang sejuk dan kering.

2. Produk susu

- a. Susu segar: Biasanya dapat bertahan sekitar 1 minggu dalam kulkas (perhatikan tanggal kadaluarsa).
- b. Susu UHT: Dapat bertahan hingga beberapa bulan jika belum dibuka, tetapi setelah dibuka harus disimpan dalam kulkas dan dikonsumsi dalam beberapa hari.
- c. Keju: Bergantung pada jenis keju, bisa bertahan dari beberapa minggu hingga beberapa bulan jika disimpan dalam kulkas.

3. Daging dan Produk Unggas

- a. Daging segar: Biasanya dapat bertahan antara 1-5 hari dalam kulkas (perhatikan tanggal kadaluarsa).
- b. Daging beku: Dapat bertahan selama beberapa bulan hingga setahun jika disimpan pada suhu freezer yang konstan.

4. Ikan dan Produk Laut

- a. Ikan segar: Biasanya dapat bertahan antara 1-2 hari dalam kulkas (perhatikan tanggal kadaluarsa).
- b. Ikan beku: Masa simpannya bervariasi tergantung pada jenisnya. Beberapa buah dapat bertahan hingga beberapa minggu jika disimpan di tempat yang sejuk dan kering, sedangkan beberapa buah lebih rentan terhadap perubahan dan perlu dikonsumsi dalam beberapa hari.

5. Sayuran dan Buah-Buahan

- a. Sayuran segar: Masa simpannya bervariasi tergantung pada jenisnya. Beberapa sayuran dapat bertahan hingga beberapa minggu jika disimpan di tempat yang sejuk dan kering, sedangkan beberapa sayuran lebih rentan

terhadap perubahan dan perlu dikonsumsi dalam beberapa hari.

- b. Buah segar: Masa simpannya bervariasi tergantung pada jenisnya. Beberapa buah dapat bertahan hingga beberapa minggu jika disimpan di tempat yang sejuk dan kering, sedangkan beberapa buah lebih rentan terhadap perubahan dan perlu dikonsumsi dalam beberapa hari.

Teknologi Penyimpanan Makanan menurut Sari & Hadiyanto, (2017), yaitu: Metode penyimpanan dilakukan dari bahan makanan segar (hasil panen), pengolahan, pemrosesan, pengemasan hingga pendistribusian produk. Beberapa teknologi penyimpanan makanan yaitu penggunaan bahan kimia dan mikroba (fermentasi), pengontrolan kandungan air, struktur makanan pengeringan, dehidrasi osmotik, aktivitas air, dan penggunaan membran, serta penggunaan panas dan energi (pasteurisasi, pengalengan, pemasakan penggorengan, freezing; melting pada makanan cair, freezing, microwave, ultrasound, light energy, iradiasi, pulsed electric field, high-pressure treatment, magnetic field, maupun kombinasi diantaranya).

DAFTAR PUSTAKA

- Alfreds Rorong, J., & Fenny Wilar, W. (2020). Keracunan Makanan Oleh Mikroba. In *Techno Science Journal* (Vol. 2, Issue 2).
- Dewan Ketahanan Pangan. (2009). Kebijakan Umum Ketahanan Pangan. *Jurnal Gizi Dan Pangan*.
- Santoso Sp. (2006). Teknologi Pengawetan Bahan Segar. In *Laboratorium* (Vol. 1).
- Sari, D.A. & Hadiyanto, H., 2013. Teknologi dan metode penyimpanan makanan sebagai upaya memperpanjang shelf life. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 2(2).
- Susiwi, S., 2009, Penentuan Kadaluwarsa Produk Pangan, Jurusan Pendidikan Kimia Fakultas Pendidikan MIPA Universitas Pendidikan Indonesia, Jakarta.
- Zubaidah irawati. (2007). Pengembangan Teknologi Nuklir Untuk meningkatkan Keamanan Dan Daya Simpan Bahan Pangan. *Jurnal Ilmiah Aplikasi Isotop Dan Radiasi*, 2(2).

BAB 3

UMBI-UMBIAN SEBAGAI BAHAN PANGAN

Rita Maliza, S.Si., M.Si., Ph.D.

A. Pendahuluan

Umbi-umbian adalah sumber karbohidrat terpenting kedua di dunia setelah sereal. Mereka menyumbang sebagian besar pasokan makanan global dan juga menjadi sumber penting pakan ternak serta produk olahan untuk konsumsi manusia dan penggunaan industri. Tanaman umbi-umbian ini menyimpan pati yang dapat dimakan di dalam batang, akar, rimpang, umbi, dan corm yang berada di bawah tanah, dan berasal dari berbagai sumber botani yang beragam. Contoh tanaman ini adalah kentang dan ubi, yang merupakan umbi, sedangkan talas dan cocoyam berasal dari corm, batang bawah tanah, dan hipokotil yang membengkak. Singkong dan ubi jalar adalah akar penyimpanan, sementara canna dan arrowroot adalah rimpang yang dapat dimakan. Semua tanaman ini dapat diperbanyak melalui bagian vegetatifnya, seperti umbi (kentang dan ubi), stek batang (singkong), stek tunas (ubi jalar), dan tunas samping, stolon, atau kepala corm (talas dan cocoyam).

Umbi-umbian, seperti kentang, ubi jalar, dan singkong, memainkan peran penting dalam ketahanan pangan dan nutrisi global, menyediakan sumber karbohidrat dan nutrisi penting lainnya. Keragaman dan kemampuan beradaptasi umbi-umbian menjadikannya bahan pokok utama, terutama di negara-negara berkembang di mana umbi-umbian tidak hanya berfungsi sebagai makanan, tetapi juga sebagai alat untuk menghasilkan

pendapatan (Ugwu, 2009). Dalam ilmu pangan, profil nutrisi, karakteristik pengolahan, dan kemungkinan penambahan nilai umbi-umbian telah dipelajari secara ekstensif, yang menunjukkan potensi mereka sebagai produk makanan tradisional dan inovatif (Parvathi dkk., 2016).

Penelitian terbaru berfokus pada peningkatan nilai gizi umbi-umbian melalui biofortifikasi dan modifikasi genetik, serta mengeksplorasi manfaat kesehatannya seperti antioksidan, hipoglikemik, dan sifat imunomodulator (Chandrasekara & Josheph Kumar, 2016). Hal ini sejalan dengan meningkatnya minat terhadap makanan fungsional dan nutraceutical yang berasal dari umbi-umbian, yang menyoroti pentingnya umbi-umbian dalam diversifikasi makanan dan pencegahan penyakit.

Selain itu, studi tentang umbi-umbian juga mencakup pemahaman terkait dengan proses pertumbuhan dan perkembangannya, dan sangat penting untuk dapat mengoptimalkan teknik budidaya dan meningkatkan hasil panen. Distribusi mineral dan nutrisi lain di dalam umbi-umbian dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk susunan genetik dan kondisi lingkungan, yang sangat penting untuk digunakan dalam makanan manusia (Subramanian dkk., 2011).

B. Produksi Umbi-Umbian Secara Global

Kentang sangat populer dan banyak dikonsumsi di Eropa, Amerika Utara, dan Asia, menjadikannya salah satu tanaman umbi paling terkenal di dunia. Sementara itu, singkong, yang juga dikenal sebagai maniok, memegang peranan penting dalam pangan di Afrika dan Asia Tenggara. Ubi jalar juga luas ditanam dan memiliki kepentingan besar di Afrika, Asia, dan Amerika. Di sisi lain, talas atau ketela pohon, bersama dengan taro dan cocoyam, lebih sering ditemukan di wilayah tropis seperti Afrika dan beberapa bagian Asia, di mana mereka menjadi komponen diet lokal. Selain itu, yams juga sangat penting, terutama di Afrika Barat dan di beberapa wilayah Asia, sebagai sumber makanan pokok.

Pada tahun 2017, produksi global untuk akar dan umbi mencapai total 887 juta ton. Kentang mendominasi dengan 388 juta ton, menyumbang 44% dari total produksi. Singkong juga memiliki peranan penting dengan 277 juta ton, atau 31% dari total. Ubi jalar mengikuti dengan 92 juta ton (10%), dan yams dengan 73 juta ton (8%). Sementara itu, talas atau ketela pohon memberikan kontribusi lebih kecil, dengan total 12 juta ton, atau sekitar 1,4% dari produksi global. Data ini menggambarkan pentingnya kelompok tanaman ini sebagai sumber pangan utama di seluruh dunia.

Kentang adalah salah satu umbi yang paling banyak dihasilkan, dengan Tiongkok, India, Rusia, dan Ukraina sebagai negara penghasil utama. Di sisi lain, singkong, yang sangat penting dalam pangan di beberapa negara berkembang, terutama diproduksi di Nigeria, Thailand, Indonesia, Brasil, dan Republik Demokratik Kongo. Ubi jalar, yang juga memiliki kepentingan signifikan dalam penyediaan makanan, terutama dihasilkan di Cina, Malawi, Tanzania, dan Nigeria. Sementara itu, yams dominan di Nigeria, Pantai Gading, Ghana, Benin, dan Togo, yang semuanya adalah produsen besar untuk tanaman ini. Terakhir, talas, yang sering digunakan di makanan tradisional, diproduksi secara besar-besaran di Nigeria, Kamerun, Cina, dan Ghana. Setiap negara ini berkontribusi penting dalam produksi global masing-masing tanaman umbi, menggarisbawahi pentingnya tanaman-tanaman ini dalam ekonomi dan pangan lokal. Afrika merupakan wilayah penghasil ubi, singkong, dan singkong terbesar, sementara Asia memimpin dalam produksi kentang dan ubi jalar.

Produksi akar dan umbi-umbian di seluruh dunia diperkirakan akan meningkat sekitar 17% dalam dekade mendatang, hingga tahun 2031, dengan peningkatan signifikan yang diperkirakan terjadi di Afrika dan Asia. Hal ini didorong oleh peningkatan hasil panen di kedua wilayah tersebut. Sejak tahun 1961 hingga 2017, produksi singkong telah tumbuh sebesar 65%, menunjukkan peningkatan permintaan dan kapasitas produksi. Selama periode yang sama, produksi ubi

dan cocoyam juga mengalami pertumbuhan yang signifikan, masing-masing sebesar 34% dan 81%. Ini menegaskan peran penting umbi-umbian sebagai sumber pangan global, khususnya di negara-negara berkembang. Tanaman seperti singkong, kentang, ubi jalar, dan ubi kayu tidak hanya dominan dalam produksi tapi juga sebagai pilar utama dalam pangan dan ekonomi di banyak bagian Afrika dan Asia, yang menyumbang sebagian besar produksi global (OECD-FAO., 2022; <https://www.cbi.eu/>, 2024; <https://www.worldatlas.com/>, 2024; Ferdaus dkk., 2023).

Tanaman umbi-umbian merupakan sumber energi pokok yang penting untuk dibudidayakan, setelah sereal, umumnya di daerah tropis di dunia. Tanaman ini termasuk kentang, singkong, ubi jalar, ubi kayu, dan aroids yang termasuk dalam keluarga tumbuhan yang berbeda tetapi dikelompokkan bersama karena semua jenisnya menghasilkan umbi-umbian. Keuntungan agronomi penting dari tanaman umbi-umbian sebagai makanan pokok adalah adaptasi yang baik terhadap kondisi tanah dan lingkungan yang beragam dan berbagai sistem pertanian dengan input pertanian yang minimum. Selain itu, variasi dalam pola pertumbuhan dan praktik budaya yang diadopsi membuat akar dan umbi-umbian menjadi spesifik dalam sistem produksi. Namun, tanaman umbi-umbian bersifat besar dengan kadar air yang tinggi, yaitu 60-90%, sehingga menyebabkannya dikaitkan dengan biaya transportasi yang tinggi, masa simpan yang pendek, dan margin pasar yang terbatas di negara-negara berkembang, bahkan di tempat di mana tanaman ini banyak dibudidayakan. **Tabel 3.1** menyajikan tanaman umbi-umbian dan akar yang umum dikonsumsi di seluruh dunia.

Tabel 3. 1. Berbagai Jenis Tanaman Umbi-Umbian Yang Biasa Dikonsumsi di Dunia

	Nama Botani	Family	Nama Umum
<i>Potatoes</i>	<i>Solanum tuberosum</i>	<i>Solanaceae</i>	
<i>Country potato, Hausa potato</i>	<i>Solenostemon rotundifolius</i>	<i>Lamiaceae (mint family)</i>	Innala, ratala (Sri Lanka)
<i>Cannas</i>	<i>Canna edulis</i>	<i>Cannaceae</i>	Buthsarana (Sri Lanka)
	<i>Maranta arundinacea</i> L.	<i>Marantaceae</i>	1. Arrow root 2. Hulankeeriya (Sri Lanka) 3. Aru aru, arawak (India)
<i>Taro</i>	<i>Xanthosoma sagittifolium</i>	<i>Araceae</i>	1. Kiriala (Sri Lanka) 2. Keladi (Malaysia) 3. Phueak (Thailand) 4. Khoai mon (Vietnam) 5. Sato-imo (Japan)
<i>Yam</i>	<i>Dioscorea alata</i>	<i>Dioscoreaceae</i>	1. Purple yam; greater yam 2. Guyana; water yam 3. Winged yam 4. Raja ala (Sri Lanka)

	Nama Botani	Family	Nama Umum
			5. Ube (Philippines)
<i>Sweet potatoes</i>	<i>Ipomoea batatas</i>	<i>Convolvulaceae</i>	Camote; batata Shakarkand
<i>Cassava</i>	<i>Manihot esculenta</i>	<i>Euphorbiaceae</i>	Yuxco; mogo; manioc mandioca; kamoteng kahoy
<i>Elephant foot yam</i>	<i>Amorphophallus paeoniifolius</i>	<i>Araceae</i>	<i>White pot giant arum; stink lily</i>

C. Nutrisi Umbi-Umbian

Secara nutrisi, akar dan umbi-umbian memiliki potensi besar untuk menyediakan sumber energi makanan yang ekonomis, dalam bentuk karbohidrat (**Tabel 3.2**). Akar dan umbi-umbian umumnya miskin nutrisi utama tetapi merupakan salah satu sumber energi makanan termurah dalam bentuk karbohidrat, terutama bermanfaat di negara-negara berkembang (Ugwu, 2009).

Mereka memiliki kadar air dan karbohidrat yang tinggi, menyediakan serat makanan dalam jumlah sedang dan berfungsi sebagai sumber energi. Kadar proteinnya rendah, dan mengandung sedikit lemak (Blanco-Metzler dkk., 2004). Hasil panen yang tinggi dari akar dan umbi-umbian dapat memberikan lebih banyak energi per unit lahan per hari dibandingkan dengan biji-bijian sereal, meskipun kandungan airnya tinggi dan kepadatan energinya lebih rendah menurut beratnya (Scott dkk, 2000).

Akar dan umbi-umbian umumnya mengandung kadar protein yang rendah, biasanya berkisar antara 1% hingga 2% dari berat keringnya, dengan kentang dan ubi yang memiliki kandungan protein yang relatif lebih tinggi dibandingkan dengan tanaman umbi-umbian lainnya. Mikronutrien dalam kentang, terutama kultivar Andes, dievaluasi untuk kandungan mineralnya seperti zat besi, seng, dan kalsium, serta antioksidan

seperti vitamin C dan karotenoid. Kentang telah terbukti memiliki tingkat mikronutrien yang sangat bervariasi, menyediakan nutrisi penting dalam jumlah yang bervariasi (Andre dkk., 2007).

Tabel 3. 2. Komposisi Nutrisi Tanaman Umbi-Umbian

Nutrien (per 100 g)	Kentang		Ubi jalar, mentah	Singkong, mentah	Ubi, mentah
	Daging dan kulit putih, mentah	Daging dan kulit merah, mentah			
Komposisi Proksimat Energi (kcal)	69.0	70	86.0	160.0	118.0
Protein (g)	1.7	1.9	1.6	1.4	1.5
Total lipid (fat) (g)	0.1	0.1	0.1	0.3	0.2
Karbohidrat (g)	15.7	15.9	20.1	38.1	27.9
Fiber (g)	2.4	1.7	3.0	1.8	4.1
Gula, total (g) g	1.2	1.3	4.2	1.7	0.5
Mineral Calcium, Ca (mg)	9	10	30	16	17
Magnesium, Mg (mg)	21	22	25	21	21
Potassium, K (mg)	407	455	337	271	816
Phosphorus, P (mg)	62	61	47	27	55
Sodium, Na (mg)m	16	18	55	14	9
Vitamin Total ascorbic acid (mg)	19.70	8.60	2.40	20.60	17.10
Thiamin (mg)	0.07	0.08	0.08	0.09	0.11
Riboflavin (mg)	0.03	0.03	0.06	0.05	0.03
Niacin (mg)	1.07	1.15	0.56	0.85	0.55
Vitamin B-6 (mg)	0.203	0.170	0.209	0.088	0.293
Folate (μ g-DFE)	18	18	11	27	23
Vitamin E (mg)	0.01	0.01	0.26	0.19	0.35
Vitamin K (μ g)	1.6	2.9	1.8	1.9	2.3
Vitamin A (IU)IU	8	7	14187	13	138

Umbi ubi mengandung sekitar 7,4% protein kasar dan merupakan sumber mineral dan vitamin C yang signifikan, menjadikannya lebih unggul secara nutrisi daripada tanaman umbi-umbian. Akar dan umbi-umbian merupakan sumber serat makanan yang signifikan, yang berkontribusi terhadap manfaat kesehatan secara keseluruhan dan membantu pencernaan. Hal ini terutama terlihat pada varietas akar dan umbi-umbian tropis yang dibudidayakan di daerah seperti Kosta Rika, yang sebagian besar terdiri dari air dan karbohidrat, dengan serat makanan yang membentuk porsi moderat dalam komposisinya (Blanco-Metzler dkk., 2004).

Akar dan umbi-umbian merupakan sumber yang kaya akan berbagai senyawa bioaktif yang menawarkan banyak manfaat kesehatan. Senyawa-senyawa tersebut antara lain saponin, senyawa fenolik, glikoalkaloid, asam fitat, karotenoid, dan asam askorbat. Senyawa-senyawa ini dikaitkan dengan aktivitas antioksidan, hipoglikemik, hipokolesterolemik, antimikroba, dan imunomodulator, sehingga menjadikan tanaman ini sebagai makanan fungsional dan bahan nutraceutical yang potensial (Chandrasekara & Josheph Kumar, 2016).

Varietas kentang yang berbeda menunjukkan tingkat karotenoid, vitamin C, dan senyawa fenolik yang berbeda-beda, yang penting untuk kesehatan. Ekspresi gen yang terlibat dalam sintesis senyawa-senyawa ini juga bervariasi, yang mempengaruhi konsentrasinya di dalam tanaman. Senyawa bioaktif dalam makanan, termasuk yang ada di akar dan umbi-umbian, telah dipelajari secara ekstensif karena perannya dalam mencegah penyakit kardiovaskular dan kanker. Senyawa fenolik, flavonoid, dan senyawa bioaktif lainnya telah menunjukkan efek yang menguntungkan pada trombosis, tumorogenesis, dan proses penyakit lainnya (Kris-Etherton dkk., 2002).

D. Kentang/Potatoes (*Solanum tuberosum*)



Gambar 3. 1. Kentang (*Solanum tuberosum*)

Kentang merupakan salah satu tanaman pangan terpenting di dunia, menempati peringkat ke-3 setelah beras dan gandum dalam produksi global. Kentang adalah umbi batang, yang berarti batang bawah tanah yang menebal dan berdaging yang menyimpan nutrisi untuk tanaman. Kentang adalah makanan kaya karbohidrat, penyedia energi dengan lemak rendah. Kentang mengandung protein berkualitas tinggi dengan nilai biologis 90-100. Kentang kaya akan vitamin C dan menyediakan beberapa vitamin B dan kalium dalam jumlah yang baik. Kulit kentang menyumbangkan serat makanan yang signifikan (Camire dkk, 2009).

Kultivar kentang Andes, khususnya, terkenal akan kandungan antioksidan dan mineralnya yang tinggi seperti zat besi, seng, dan kalsium. Kentang ini juga menunjukkan kapasitas antioksidan hidrofilik yang signifikan, yang terkait erat dengan kandungan fenolik totalnya (Andre dkk., 2007). Kentang telah terbukti memiliki dampak yang menguntungkan pada berbagai ukuran kesehatan kardiometabolik, termasuk menurunkan tekanan darah, meningkatkan profil lipid, dan mengurangi penanda peradangan. Meskipun memiliki indeks glikemik yang tinggi, jika dikonsumsi sebagai bagian dari diet seimbang, kentang dapat berkontribusi pada kesehatan jantung dan dapat membantu mengelola berat badan (McGill dkk., 2013). Kentang serbaguna dan dapat diolah dengan berbagai cara, menjadikannya tambahan yang berharga untuk diet sehat

karena profil nutrisinya yang kaya dan manfaat kesehatan yang potensial.

E. Ubi Jalar / Sweet Potatoes (*Ipomoea batatas* L.)

Ubi jalar (*Ipomoea batatas* L.) adalah tanaman pangan penting yang berfungsi sebagai sumber nutrisi dan kalori yang berharga bagi jutaan orang di seluruh dunia. Ubi jalar merupakan tanaman ketahanan pangan yang penting, terutama di daerah yang rentan terhadap perubahan iklim, karena sifatnya yang tahan terhadap perubahan iklim.



Gambar 3. 2. Ubi Jalar / Sweet Potatoes (*Ipomoea batatas* L.)

Ubi jalar merupakan sumber yang kaya akan karbohidrat, serat makanan, beta-karoten (terutama pada varietas berdagang oranye), vitamin (seperti vitamin A dan C), dan mineral seperti kalium dan magnesium. Ubi jalar juga menyediakan antioksidan yang sangat penting untuk menjaga kesehatan (Mohanraj & Sivasankar, 2014). Senyawa bioaktif dalam ubi jalar, termasuk karotenoid, flavonoid, dan antosianin, berkontribusi pada berbagai manfaat kesehatan. Ini termasuk aktivitas antioksidan, anti-inflamasi, anti-diabetes, dan antikanker. Ubi jalar juga mendukung kesehatan jantung dan dapat membantu mengelola berat badan (Alam, 2021). Karena profil fitokimianya yang kaya, ubi jalar dianggap sebagai makanan obat. Ubi jalar berpotensi digunakan dalam pengembangan obat-obatan untuk berbagai penyakit dan cocok untuk membuat produk industri yang bermanfaat bagi kesehatan (Mohanraj & Sivasankar, 2014). Ubi jalar menawarkan pilihan makanan bergizi dan fungsional yang

menyediakan nutrisi penting dan manfaat kesehatan, menjadikannya tambahan yang berharga untuk diet seimbang.

F. Singkong/Cassava (*Manihot esculenta*)



Gambar 3. 3. Singkong/Cassava (*Manihot esculenta*)

Singkong (*Manihot esculenta*) merupakan sumber makanan penting bagi jutaan orang di seluruh dunia, terutama di daerah tropis. Akar singkong terutama dihargai karena kandungan karbohidratnya yang tinggi, yang menyediakan sumber energi yang signifikan. Daun singkong juga menawarkan manfaat nutrisi, kaya akan protein, vitamin, dan mineral (Boukhers dkk., 2022). Meskipun singkong dapat memberikan nutrisi penting, konsumsinya dapat menimbulkan risiko kesehatan karena adanya glikosida sianogenik, yang dapat menyebabkan keracunan sianida dan penyakit terkait seperti konzo dan neuropati ataksia tropis jika singkong tidak diolah dengan baik. Di sisi lain, jika diolah dengan benar, singkong dapat menjadi bagian yang aman dan bergizi dari makanan, dan daunnya telah menunjukkan sifat anti-inflamasi dan antioksidan yang potensial (Vandegeer dkk., 2013). Pengolahan yang tepat (seperti perendaman, fermentasi, dan pemasakan) sangat penting untuk mengurangi kadar glikosida sianogenik yang berbahaya. Hal ini tidak hanya membuat singkong lebih aman untuk dikonsumsi, tetapi juga meningkatkan manfaat nutrisinya (Mohidin dkk., 2023). Peran singkong sebagai makanan pokok sangat penting karena kemampuannya beradaptasi untuk tumbuh di tanah yang

kurang subur dan potensinya untuk menyediakan nutrisi penting.

G. Ubi/Yams (*Dioscorea sp*)



Gambar 3. 4. Ubi/Yams (*Dioscorea sp*)

Ubi (spesies *Dioscorea*) adalah sumber karbohidrat, serat makanan, dan mikronutrien penting seperti vitamin C, kalium, dan magnesium. Ubi juga mengandung antioksidan yang penting untuk kesehatan. Kandungan protein dalam ubi, meskipun tidak setinggi makanan pokok lainnya seperti kacang-kacangan, masih signifikan dan dapat berkontribusi pada asupan protein makanan. Senyawa bioaktif dalam ubi jalar, seperti diosgenin dan dioscorin, menawarkan berbagai manfaat kesehatan, termasuk antioksidan, antiinflamasi, dan mungkin sifat anti-diabetes. Senyawa-senyawa ini membantu dalam pencegahan dan pengelolaan penyakit kronis seperti penyakit kardiovaskular dan diabetes (Padhan & Panda, 2020). Ubi sedang dipelajari untuk potensi terapeutiknya, termasuk penggunaannya dalam pengobatan tradisional untuk pengobatan berbagai penyakit. Penelitian sedang berlangsung untuk mengeksplorasi cakupan penuh dari manfaat ini, terutama aplikasi farmasi senyawa bioaktif yang berasal dari ubi jalar. ubi jalar tidak hanya berfungsi sebagai komponen penting dalam menu makanan bagi jutaan orang di seluruh dunia, tetapi juga memiliki berbagai senyawa bioaktif yang berkontribusi terhadap kesehatan dan kebugaran, menggarisbawahi pentingnya ubi jalar dalam konteks nutrisi dan pengobatan.

H. Aroids



Gambar 3. 5. Talas/ Aroids

Aroids, termasuk varietas populer seperti talas (*Colocasia esculenta*) dan ubi kaki gajah (*Amorphophallus paeoniifolius*), merupakan sumber makanan yang berharga dengan manfaat nutrisi dan kesehatan yang signifikan. Umbi-umbian seperti talas dan ubi kaki gajah kaya akan karbohidrat, serat makanan, dan mineral penting seperti kalium, magnesium, dan kalsium. Mereka juga mengandung protein dalam jumlah sedang dan rendah lemak, menjadikannya makanan pokok yang sehat dalam berbagai diet (Peetabas dkk., 2015).

Di luar nutrisi dasar, aroid menawarkan sifat *nutraceutical* termasuk aktivitas antioksidan, yang berpotensi karena kandungan fenoliknya. Sifat-sifat ini dapat berkontribusi pada kesehatan yang lebih baik dengan mencegah stres oksidatif dan mengurangi risiko penyakit kronis seperti diabetes dan penyakit jantung (Medhi dkk., 2021).

Meskipun aroid bergizi, mereka juga mengandung faktor anti-nutrisi seperti oksalat yang dapat mempengaruhi ketersediaan hayati beberapa nutrisi. Teknik pengolahan yang tepat seperti memasak dapat mengurangi senyawa ini, membuat nutrisi lebih mudah diakses dan makanan lebih aman untuk dikonsumsi (Medhi dkk., 2021). Aroid tidak hanya merupakan sumber makanan yang serbaguna dan bergizi, tetapi juga memiliki potensi untuk dimasukkan ke dalam makanan fungsional karena senyawa bioaktifnya yang bermanfaat.

I. Ganyong (*Canna edulis*)

Ganyong adalah umbi yang kurang dimanfaatkan yang dapat menjadi sumber makanan yang berharga, terutama karena kandungan patinya, yang bermanfaat untuk diet bebas gluten. Umbi ganyong terutama terdiri dari karbohidrat, dengan tingkat protein sedang dan lemak minimal. Umbi ganyong juga mengandung nutrisi penting seperti kalsium, fosfor, dan vitamin, termasuk vitamin C.



Gambar 3. 6. Umbi Ganyong

Umbi ganyong kaya akan senyawa bioaktif seperti alkaloid, flavonoid, steroid, dan fenol, yang bermanfaat bagi kesehatan. Ekstrak rimpang ganyong menunjukkan sifat-sifat yang meningkatkan kesehatan yang signifikan, termasuk kapasitas antioksidan dan penghambatan α -glukosidase, yang penting untuk mengelola kadar gula darah. Manfaat kesehatan ini disebabkan oleh adanya berbagai senyawa bioaktif seperti asam rosmarinic, asam ellagic, dan asam fumarat. Karena kandungan pati yang tinggi, ganyong digunakan untuk menghasilkan tepung bebas gluten, yang bermanfaat bagi individu dengan intoleransi gluten seperti mereka yang menderita penyakit celiac. Tepung ganyong dapat digunakan untuk membuat berbagai produk makanan seperti kue, mie, dan roti, menawarkan alternatif tepung terigu tradisional dan berkontribusi pada diversifikasi dan keamanan pangan (Histifarina dkk., 2023).

J. Garut/Arrowroot (*Maranta arundinacea*)

Garut (*Maranta arundinacea*) dihargai karena patinya yang mudah dicerna dan memiliki indeks glikemik yang rendah. Garut bermanfaat bagi orang-orang dengan pembatasan diet seperti diabetes, sehingga lebih mudah untuk mempertahankan kadar gula darah yang stabil. Garut merupakan bahan pilihan untuk diet bebas gluten, bermanfaat bagi individu dengan penyakit celiac atau sensitivitas terhadap gluten, serta mengandung mineral penting seperti fosfor, natrium, kalium, magnesium, zat besi, dan kalsium (Amante dkk., 2020).



Gambar 3. 7. Garut/Arrowroot (*Maranta arundinacea*)

Karena kandungan pati yang tinggi, garut mudah dicerna dan sering digunakan dalam makanan untuk bayi dan orang tua. Mengandung senyawa yang menunjukkan aktivitas antioksidan, yang dapat membantu mencegah kerusakan sel dan mengelola penyakit kronis (Yuningtyas dkk., 2023).

Garut digunakan untuk membuat berbagai produk makanan seperti biskuit, puding, jeli, kue, dan saus. Kemampuannya untuk mengentalkan makanan membuatnya menjadi pilihan populer dalam persiapan kuliner. Sifatnya yang hipoalergenik dan mudah dicerna membuatnya cocok untuk susu formula bayi dan produk makanan bagi mereka yang memiliki pencernaan sensitif.

K. Bengkuang/Jicama

Bengkuang, juga dikenal sebagai kacang ubi Meksiko, adalah sayuran umbi-umbian yang berasal dari Meksiko dan Amerika Tengah. Bengkuang dikenal dengan rasanya yang renyah, manis, dan pedas, dan sering dimakan mentah dalam salad atau dimasak dalam berbagai hidangan. Bengkuang mengandung serat yang tinggi, mengandung vitamin penting seperti Vitamin C, dan rendah kalori, menjadikannya tambahan yang sehat untuk diet.



Gambar 3. 8. Bengkuang/Jicama

Bengkuang merupakan sumber nutrisi penting yang dapat mencegah dan membantu pengobatan diabetes. Diusulkan untuk digunakan dalam camilan sehat seperti yogurt karena manfaat penyembuhan dan nutrisinya. Serat makanan dari bengkoang telah terbukti memiliki efek hepatoprotektif, yang dapat menangkal penyakit hati yang disebabkan oleh diet tinggi gula. Hal ini disebabkan oleh kemampuan serat untuk mengurangi peningkatan glukosa darah dan berat badan serta mengurangi perubahan histopatologis pada hati (Santoso dkk., 2022). Membantu manajemen berat badan dan pengaturan gula darah. Serat bengkuang efektif dalam mencegah glukosa darah yang berlebihan dan peningkatan berat badan tanpa mempengaruhi asupan makanan, sehingga bermanfaat dalam mengelola diabetes dan obesitas (Santoso dkk., 2019). Indeks glikemik rendah dan potensi nutraceutical: Kehadiran polisakarida dalam bengkuang, seperti inulin, berkontribusi

pada indeks glikemiknya yang rendah, mendukung penggunaannya dalam diet diabetes dan aplikasi nutraceutical yang lebih luas. Bengkuang tidak hanya menjadi tambahan rasa pada berbagai hidangan, tetapi juga membawa manfaat kesehatan yang besar, terutama bagi mereka yang mengelola berat badan dan kadar gula darah.

DAFTAR PUSTAKA

- Alam, M. (2021). A Comprehensive Review Of Sweet Potato (Ipomoea Batatas [L.] Lam): Revisiting the associated health benefits. *Trends in Food Science and Technology*, 115, 512-529. <https://doi.org/10.1016/J.TIFS.2021.07.001>.
- Amante, P., Santos, E., Correia, V., & Fante, C. (2020). Research Notes: Benefits and Possible Food Applications of Arrowroot (Maranta Arundinaceae L.). *Journal of Culinary Science & Technology*, 19, 513 - 521.
- Andre, C., Ghislain, M., Bertin, P., Oufir, M., Herrera, M., Hoffmann, L., Hausman, J., Larondelle, Y., & Evers, D. (2007). Andean Potato Cultivars (*Solanum tuberosum* L.) As A Source Of Antioxidant And Mineral Micronutrients. *Journal of agricultural and food chemistry*, 55 2, 366-78.
- Blanco-Metzler, A., Tovar, J., & Fernández-Piedra, M. (2004). [Nutritional Characterization Of Carbohydrates And Proximal Composition Of Cooked Tropical Roots And Tubers Produced In Costa Rica]. *Archivos latinoamericanos de nutricion*, 54 3, 322-7.
- Boukhers, I., Boudard, F., Morel, S., Servent, A., Portet, K., Guzman, C., Vitou, M., Kongolo, J., Michel, A., & Poucheret, P. (2022). Nutrition, Healthcare Benefits and Phytochemical Properties of Cassava (*Manihot esculenta*) Leaves Sourced from Three Countries (Reunion, Guinea, and Costa Rica). *Foods*, 11.
- Camire, M., Kubow, S., & Donnelly, D. (2009). Potatoes and Human Health. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 49, 823 - 840.
- Chandrasekara, A., & Kumar, T. (2016). Roots and Tuber Crops as Functional Foods: A Review on Phytochemical Constituents and Their Potential Health Benefits. *International Journal of Food Science*, 2016.

Ferdaus MJ, Chukwu-Munsen E, Foguel A, da Silva RC. Taro Roots: An Underexploited Root Crop. *Nutrients*. 2023 Jul 27;15(15):3337. doi: 10.3390/nu15153337. PMID: 37571276; PMCID: PMC10421445.

Histifarina, D., Rahman, A., Purnamasari, N., & Rahmat, R. (2023). Utilization of Canna (*Canna edulis* ker.) as Raw Material For Non-Gluten Processed Food To Supporting Food Diversification Program: A Review. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1246.

<https://www.cbi.eu> diakses 14 mei 2024

<https://www.cbi.eu/market-information/fresh-fruit-vegetables/roots-tubers>

<https://www.oecd-ilibrary.org/sites/74ac00e0/en/index.html?itemId=%2Fcontent%2Fcomponent%2F74ac00e0-en>

<https://www.worldatlas.com/> diakses 14 Mei 2024
<https://www.worldatlas.com/articles/top-cassava-producing-countries-in-the-world.html>

Kris-Etherton, P., Hecker, K., Bonanome, A., Coval, S., Binkoski, A., Hilpert, K., Griel, A., & Etherton, T. (2002). Bioactive Compounds In Foods: Their Role In The Prevention of Cardiovascular Disease And Cancer. *The American Journal Of Medicine*, 113 Suppl 9B, 71S-88S.

Mcgill, C., Kurilich, A., & Davignon, J. (2013). The Role Of Potatoes And Potato Components In Cardiometabolic Health: A Review. *Annals of Medicine*, 45, 467 - 473.

Mohanraj, R., & Sivasankar, S. (2014). Sweet Potato (*Ipomoea Batatas* [L.] Lam)--a Valuable Medicinal Food: a Review.. *Journal of Medicinal Food*, 17 7, 733-41.

Mohidin, S., Moshawih, S., Hermansyah, A., Asmuni, M., Shafqat, N., & Ming, L. (2023). Cassava (*Manihot esculenta* Crantz): A Systematic Review for the Pharmacological Activities, Traditional Uses, Nutritional Values, and

Phytochemistry. Journal of Evidence-based Integrative Medicine, 28.

OECD-FAO Agricultural Outlook 2022-2031, di akses 14 Mei 2024

Padhan, B., & Panda, D. (2020). Potential of Neglected and Underutilized Yams (*Dioscorea* spp.) for Improving Nutritional Security and Health Benefits. *Frontiers in Pharmacology*, 11.

Parvathi, S., N., Umamaheshwari, S., & Subbulakshmi, B. (2016). Development of Value Added Food Products from Tropical Tubers. *International Journal of Food and Fermentation Technology*, 6, 67-74.

Peetabas, N., Panda, R., Padhy, N., & Pal, G. (2015). Nutritional composition of two edible aroids. *International Journal of Bioassays*, 4, 4085-4087.

Pramod, M., Sultana, C., Aniruddha, S., Pratim, S., & Gd, H. (2021). Nutritional and Nutraceutical Properties of Upland Edible Aroids and Selection of Superior Germplasm from Borail Hills Range, India. *International Journal of Current Research and Review*. <https://doi.org/10.31782/ijcrr.2021.132207>.

Santoso, P., Amelia, A., & Rahayu, R. (2019). Jicama (*Pachyrhizus erosus*) Fiber Prevents Excessive Blood Glucose And Body Weight Increase Without Affecting Food Intake In Mice Fed With High-Sugar Diet. *Journal of Advanced Veterinary and Animal Research*, 6, 222 - 230.

Santoso, P., Maliza, R., Octavian, R., & Rita, R. (2022). Dietary fiber of Jicama (*Pachyrhizus erosus* L) Tuber Exerts Hepatoprotective Effect Against High-Sugar Drinks In mice. *Journal of Herbmmed Pharmacology*.

Scott, G., Rosegrant, M., & Ringler, C. (2000). Global Projections for Root And Tuber Crops To The Year 2020. *Food Policy*, 25, 561-597. [https://doi.org/10.1016/S0306-9192\(99\)00087-1](https://doi.org/10.1016/S0306-9192(99)00087-1).

- Subramanian, N., White, P., Broadley, M., & Ramsay, G. (2011). The Three-Dimensional Distribution Of Minerals In Potato Tubers. *Annals of Botany*, 107 4, 681-91
- Ugwu, F. (2009). The Potentials of Roots and Tubers as Weaning Foods. *Pakistan Journal of Nutrition*, 8, 1701-1705.
- Vandeger, R., Miller, R., Bain, M., Gleadow, R., & Cavagnaro, T. (2013). Drought Adversely Affects Tuber Development And Nutritional Quality Of The Staple Crop Cassava (*Manihot Esculenta* Crantz).. *Functional plant biology: FPB*, 40 2, 195-200. <https://doi.org/10.1071/FP12179>.
- Wanasundera, J., & Ravindran, G. (1994). Nutritional Assessment of Yam (*Dioscorea alata*) Tubers. *Plant Foods for Human Nutrition*, 46, 33-39. <https://doi.org/10.1007/BF01088459>.
- Yuningtyas, S., Roswiem, A., Azahra, D., & Alfarabi, M. (2023). Antioxidant Activity And Characterization Of Arrowroot (*Maranta arundinacea*) Tuber Yogurt. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*.

BAB 4

KACANG – KACANGAN SEBAGAI BAHAN PANGAN

Muhammad Muayyad Billah, S.Tr.Gz., M.Gz., Dietisien

A. Pendahuluan

Kacang-kacangan merupakan bahan pangan yang masuk kedalam famili *leguminosa* atau disebut juga polongan (berbunga kupu – kupu). Terdapat 37 jenis kacang – kacang di Indonesia (Mead, 2017). Kandungan zat gizi pada kacang – kacang kaya akan protein dan serat, serta sumber vitamin dan mineral seperti zat besi, seng, folat, dan magnesium yang memiliki efek bagi kesehatan. Selain itu, fitokimia, saponin, dan tanin yang ditemukan dalam kacang-kacangan memiliki efek antioksidan dan anti-karsinogenik, yang menunjukkan bahwa kacang-kacangan memiliki efek anti-kanker yang signifikan (Ciudad-Mulero *et al.*, 2020). Konsumsi kacang – kacang juga meningkatkan profil lipid serum dan secara positif mempengaruhi beberapa faktor risiko penyakit kardiovaskular lainnya, seperti tekanan darah, aktivitas trombosit, dan peradangan. Kacang-kacangan kaya akan serat dan memiliki indeks glikemik rendah, sehingga sangat bermanfaat bagi penderita diabetes dengan membantu menjaga kesehatan kadar glukosa darah dan insulin (Mudryj, Yu and Aukema, 2014)

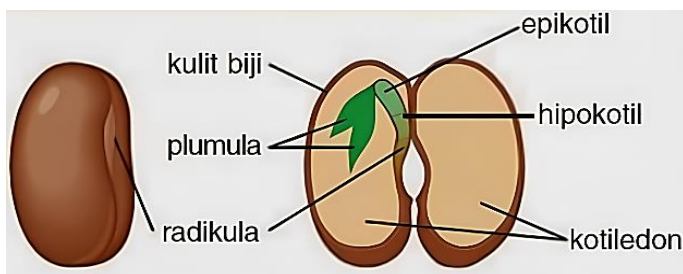
Pengolahan kacang-kacangan menjadi berbagai produk seperti tahu, tempe, selai kacang, dan susu kedelai, menambah keragaman cara konsumsi dan meningkatkan daya tariknya dalam diet sehari-hari. Penyimpanan yang tepat di tempat yang kering dan sejuk, serta pemilihan kacang yang berkualitas,

memastikan bahwa manfaat gizi kacang-kacangan dapat dinikmati secara optimal (Parca, Koca and UNAY, 2018).

B. Struktur Kacang - Kacangan

Struktur kacang-kacangan umumnya terdiri dari beberapa bagian utama, yaitu:

1. Kulit Luar (Testa): Bagian terluar yang keras dan melindungi bagian dalam biji. Kulit luar ini bisa bervariasi dalam ketebalan dan warna tergantung pada jenis kacang-kacangan.
2. Kotiledon: Bagian dalam biji yang berfungsi sebagai tempat penyimpanan cadangan makanan bagi embrio. Kotiledon mengandung pati, protein, dan minyak yang digunakan oleh tanaman muda selama perkecambahan.
3. Embrio: Bagian yang akan tumbuh menjadi tanaman baru. Embrio terdiri dari beberapa bagian yaitu:
 - a. Plumula: Calon tunas yang akan berkembang menjadi bagian atas tanaman (daun dan batang).
 - b. Radikula: Calon akar yang akan tumbuh menjadi sistem akar tanaman.
 - c. Hipokotil: Bagian embrio yang menghubungkan radikula dengan kotiledon.
 - d. Epikotil: Bagian embrio yang menghubungkan kotiledon dengan plumula.



Gambar 4. 1. Struktur Kacang - Kacangan

Sumber: (Bewley et al., 2013)

C. Komposisi Kimia Kacang - Kacangan

Komposisi kimia kacang-kacangan sangat beragam, namun umumnya terdiri dari protein, lemak, karbohidrat, serat, vitamin, dan mineral. Berikut adalah gambaran umum dari komposisi kimia kacang-kacangan:

1. Protein: Kacang-kacangan merupakan sumber protein nabati yang baik, biasanya mengandung antara 20-25% protein.
2. Lemak: Kandungan lemak dalam kacang-kacangan bervariasi. Kacang seperti kacang tanah dan kacang mete memiliki kandungan lemak yang lebih tinggi dibandingkan kacang-kacangan lainnya.
3. Karbohidrat: Mengandung sekitar 50-60% karbohidrat, termasuk pati dan serat pangan.
4. Serat: Kacang-kacangan tinggi serat, baik serat larut maupun tidak larut, yang penting untuk pencernaan.
5. Vitamin: Kacang-kacangan mengandung berbagai vitamin, seperti vitamin B (B1, B2, B3, B6, dan folat), vitamin E, dan vitamin K (Parca, Koca and UNAY, 2018).
6. Mineral: Kaya akan mineral seperti magnesium, fosfor, kalium, kalsium, besi, dan zinc.
7. Antioksidan dan Fitokimia: Kacang-kacangan juga mengandung senyawa bioaktif seperti polifenol, flavonoid, dan saponin yang memiliki aktivitas antioksidan (Hall, Hillen and Robinson, 2017; Mead, 2017).

Komposisi kimia kacang-kacangan dipengaruhi oleh berbagai faktor yang mencakup aspek genetik, kondisi lingkungan, praktik pertanian, penanganan pasca panen, dan proses pengolahan. Secara genetik, varietas yang berbeda memiliki kandungan gizi yang bervariasi, seperti protein, lemak, dan vitamin. Kondisi lingkungan seperti kesuburan tanah, iklim, dan ketinggian tempat tumbuh berperan signifikan dalam menentukan kualitas kimia kacang-kacangan. Misalnya, tanah yang kaya mineral dan iklim yang sesuai dapat meningkatkan kandungan zat gizi, sementara kekeringan dapat mengurangi kandungan protein (Foyer *et al.*, 2016). Praktik pertanian seperti penggunaan pupuk dan pengairan yang tepat juga sangat

penting; nitrogen dari pupuk dapat meningkatkan kandungan protein, sedangkan pengairan yang cukup memastikan pertumbuhan optimal (Samtiya, Aluko and Dhewa, 2020).

Penanganan pasca panen, seperti pengeringan dan penyimpanan, mempengaruhi stabilitas kandungan zat gizi; pengeringan yang tidak tepat dapat menyebabkan degradasi vitamin dan lemak, dan kondisi penyimpanan yang buruk dapat menyebabkan kontaminasi mikroba (Choukri *et al.*, 2022). Selain itu, proses pengolahan seperti pemanggangan dan penggilingan dapat mengubah kandungan gizi, terutama vitamin dan serat (Siah *et al.*, 2014a).

D. Jenis Kacang - Kacangan

1. Kacang Kedelai

Kacang kedelai (*Glycine max*) merupakan salah satu jenis kacang-kacangan yang kaya akan kandungan gizi dan memiliki berbagai manfaat kesehatan. Kedelai mengandung protein tinggi, sekitar 36-40%, menjadikannya sumber protein nabati yang sangat baik. Selain itu, kedelai juga kaya akan lemak sehat, terutama lemak tak jenuh ganda, serta mengandung karbohidrat, serat, vitamin K, riboflavin (B2), folat, dan mineral seperti besi, kalsium, magnesium, dan kalium (Rizzo and Baroni, 2018). Manfaat kesehatan dari kacang kedelai meliputi pengurangan risiko penyakit kardiovaskular, dukungan terhadap kesehatan tulang, dan potensi pencegahan kanker, terutama kanker payudara dan prostat, berkat kandungan isoflavonnya yang memiliki aktivitas fitoestrogen (Messina, 2016)



Gambar 4. 2. Kacang Kedelai (Sumber: internet)

Kedelai dapat diolah menjadi berbagai produk pangan yang populer dan bergizi. Contoh pengolahan kacang kedelai meliputi pembuatan tahu, tempe, susu kedelai, dan miso. Tahu, yang dibuat dengan mengendapkan protein kedelai, merupakan sumber protein yang tinggi dan rendah kalori, cocok untuk diet vegetarian. Tempe, yang dibuat melalui fermentasi kedelai, memiliki kandungan probiotik yang baik untuk kesehatan pencernaan. Susu kedelai merupakan alternatif susu nabati yang kaya akan protein dan bebas laktosa, sementara miso, pasta fermentasi kedelai, digunakan sebagai bumbu dan sumber probiotik dalam masakan Jepang (Rizzo and Baroni, 2018; Yang et al., 2018)

2. Kacang Hijau

Kacang hijau (*Vigna radiata*) merupakan salah satu jenis kacang-kacangan yang populer di berbagai belahan dunia karena kandungan gizinya yang tinggi dan manfaat kesehatannya. Kacang hijau mengandung protein sekitar 20-25%, menjadikannya sumber protein nabati yang baik. Selain itu, kacang hijau juga kaya akan karbohidrat (60-65%) dan serat pangan (16-18%), yang penting untuk kesehatan pencernaan. Kandungan vitamin dalam kacang hijau meliputi vitamin C, folat, vitamin B1 (thiamin), dan B2 (riboflavin). Mineral penting yang terdapat dalam kacang hijau termasuk magnesium, kalium, fosfor, dan besi, yang semuanya berperan penting dalam berbagai fungsi fisiologis tubuh (Zaheer and Humayoun Akhtar, 2017)

Manfaat kesehatan dari kacang hijau sangat beragam. Konsumsi kacang hijau dapat membantu mengurangi risiko penyakit kardiovaskular berkat kandungan seratnya yang tinggi, yang membantu mengontrol kadar kolesterol. Selain itu, kacang hijau memiliki indeks glikemik yang rendah, sehingga cocok untuk dikonsumsi oleh penderita diabetes karena membantu mengatur kadar gula darah. Kandungan antioksidan dalam kacang hijau, seperti polifenol dan flavonoid, juga berkontribusi dalam melawan radikal bebas dan mengurangi risiko berbagai penyakit kronis, termasuk

kanker. Folat yang tinggi dalam kacang hijau sangat bermanfaat bagi wanita hamil, karena membantu mencegah cacat tabung saraf pada janin (Mudryj, Yu and Aukema, 2014).

Kacang hijau dapat diolah menjadi berbagai macam makanan dan minuman yang lezat dan bergizi. Salah satu olahan yang populer adalah bubur kacang hijau, yang sering disajikan sebagai makanan penutup atau camilan di banyak negara Asia. Kacang hijau juga dapat diolah menjadi kue atau roti, seperti kue dadar kacang hijau. Selain itu, kacang hijau sering digunakan dalam bentuk kecambah (*tauge*), yang kaya akan vitamin C dan enzim yang baik untuk pencernaan. Minuman kacang hijau, yang dibuat dengan merebus kacang hijau dan menambahkan gula atau madu, adalah minuman yang menyegarkan dan bergizi. Produk olahan lainnya termasuk tepung kacang hijau yang dapat digunakan sebagai bahan baku berbagai makanan, dari mie hingga kue (Siah et al., 2014b).

3. Kacang Merah

Kacang merah (*Phaseolus vulgaris*) merupakan salah satu jenis kacang-kacangan yang kaya akan gizi dan sering digunakan dalam berbagai masakan di seluruh dunia. Kacang merah mengandung protein tinggi sekitar 20-25%, yang menjadikannya sumber protein nabati yang penting. Selain itu, kacang merah kaya akan serat pangan, sekitar 15-20%, yang mendukung kesehatan pencernaan. Kandungan karbohidrat kompleks dalam kacang merah mencapai sekitar 60-65%, memberikan energi yang stabil. Kacang merah juga mengandung berbagai vitamin seperti vitamin B1 (thiamin), B6, dan folat, serta mineral penting seperti besi, magnesium, kalium, dan fosfor, yang semuanya berperan dalam fungsi tubuh yang optimal (Mudryj, Yu and Aukema, 2014).

Manfaat kesehatan dari kacang merah sangat luas. Kandungan serat yang tinggi membantu mengontrol kadar kolesterol dalam darah, sehingga dapat mengurangi risiko penyakit kardiovaskular. Selain itu, serat dalam kacang

merah juga bermanfaat untuk menjaga kesehatan pencernaan dan mencegah sembelit. Kacang merah memiliki indeks glikemik rendah, sehingga cocok untuk penderita diabetes karena membantu menjaga kadar gula darah tetap stabil. Kandungan antioksidan, seperti polifenol, dalam kacang merah membantu melindungi sel-sel tubuh dari kerusakan akibat radikal bebas, yang dapat mengurangi risiko penyakit kronis seperti kanker dan penyakit jantung. Zat besi dalam kacang merah juga penting untuk mencegah anemia dan mendukung kesehatan darah (Istiqomah and Rustanti, 2015)

Kacang merah dapat diolah menjadi berbagai hidangan yang lezat dan bergizi. Di banyak negara, kacang merah digunakan dalam sup dan rebusan, seperti chili con carne, yang merupakan hidangan populer di Amerika Serikat dan Meksiko. Di Asia, kacang merah sering digunakan dalam hidangan manis, seperti sup kacang merah manis dan es kacang merah. Selain itu, kacang merah juga bisa diolah menjadi pasta kacang merah yang digunakan sebagai isian untuk berbagai jenis kue dan roti. Proses pengolahan lainnya termasuk fermentasi untuk membuat produk seperti tempe kacang merah, yang kaya akan probiotik dan baik untuk kesehatan pencernaan (Mudryj, Yu and Aukema, 2014; Siah et al., 2014b).

4. Kacang Tanah

Kacang tanah (*Arachis hypogaea*) merupakan salah satu kacang-kacangan yang sangat populer dan kaya akan zat gizi penting. Kacang tanah mengandung sekitar 25-30% protein, yang menjadikannya sumber protein nabati yang signifikan. Selain itu, kacang tanah juga kaya akan lemak sehat, terutama lemak tak jenuh tunggal dan ganda, dengan kandungan lemak sekitar 45-50%. Kacang tanah juga mengandung karbohidrat sekitar 15-20%, serta serat pangan sekitar 8-10%, yang mendukung kesehatan pencernaan. Kacang tanah merupakan sumber vitamin yang baik, seperti vitamin E, niacin (B3), thiamin (B1), dan folat. Selain itu, kacang tanah

juga kaya akan mineral penting seperti magnesium, fosfor, kalium, dan zinc (Mudryj, Yu and Aukema, 2014).

Manfaat kesehatan dari kacang tanah sangat beragam. Kandungan lemak sehat dalam kacang tanah membantu mengurangi risiko penyakit kardiovaskular dengan menurunkan kadar kolesterol jahat (LDL) dan meningkatkan kolesterol baik (HDL). Protein dan serat dalam kacang tanah berperan dalam mengontrol berat badan dengan memberikan rasa kenyang lebih lama. Kacang tanah juga mengandung antioksidan seperti resveratrol dan p-coumaric acid, yang dapat melindungi tubuh dari kerusakan akibat radikal bebas dan mengurangi risiko kanker. Vitamin E dalam kacang tanah berfungsi sebagai antioksidan yang menjaga kesehatan kulit dan membran sel. Selain itu, magnesium dalam kacang tanah penting untuk kesehatan tulang dan fungsi saraf (Ciudad-Mulero et al., 2020)

Kacang tanah dapat diolah menjadi berbagai produk pangan yang lezat dan bergizi. Salah satu produk olahan kacang tanah yang paling terkenal adalah selai kacang, yang populer di banyak negara sebagai olesan roti atau bahan untuk berbagai resep kue dan dessert. Kacang tanah juga sering dipanggang dan dijadikan camilan sehat atau digunakan sebagai bahan tambahan dalam hidangan seperti gado-gado dan pecel di Indonesia. Produk lain dari kacang tanah termasuk minyak kacang tanah, yang digunakan untuk memasak dan memiliki titik asap tinggi, serta tepung kacang tanah yang digunakan dalam berbagai resep gluten-free. Di beberapa budaya, kacang tanah juga diolah menjadi saus, seperti saus kacang yang digunakan dalam masakan Thailand dan Indonesia (Choukri et al., 2022).

5. Kacang Edamame

Kacang edamame (*Glycine max*) adalah kacang kedelai muda yang biasanya dipanen sebelum matang penuh. Edamame dikenal sebagai camilan sehat yang kaya akan berbagai kandungan zat gizi. Kandungan protein dalam edamame cukup tinggi, sekitar 12-14 gram per 100 gram,

menjadikannya sumber protein nabati yang baik. Edamame juga mengandung serat pangan yang tinggi, sekitar 4-5 gram per 100 gram, yang baik untuk pencernaan. Selain itu, edamame kaya akan vitamin seperti vitamin K, vitamin C, vitamin A, dan folat, serta mineral penting seperti kalsium, zat besi, magnesium, fosfor, dan kalium (Rizzo and Baroni, 2018).

Manfaat kesehatan dari kacang edamame sangat beragam. Karena kandungan proteinnya yang tinggi, edamame membantu dalam pembentukan otot dan pemeliharaan jaringan tubuh. Kandungan seratnya yang tinggi juga berkontribusi pada kesehatan pencernaan dan membantu mengontrol kadar gula darah, sehingga baik untuk penderita diabetes. Selain itu, edamame mengandung isoflavon, senyawa yang memiliki efek antioksidan dan dapat membantu mengurangi risiko kanker, terutama kanker payudara dan prostat. Isoflavon juga membantu mengurangi gejala menopause pada wanita. Kandungan folat dalam edamame sangat penting bagi wanita hamil karena membantu mencegah cacat lahir pada otak dan sumsum tulang belakang bayi (Messina, 2016).

Edamame dapat diolah menjadi berbagai hidangan yang lezat dan bergizi. Salah satu cara paling sederhana untuk mengonsumsi edamame adalah dengan merebus atau mengukusnya, lalu menambahkan sedikit garam sebagai camilan. Edamame juga dapat ditambahkan ke dalam salad, sup, atau tumisan untuk meningkatkan kandungan nutrisi dan menambah rasa. Selain itu, edamame dapat diolah menjadi hummus edamame, sebagai alternatif dari hummus tradisional yang terbuat dari chickpea, yang memberikan tekstur yang creamy dan rasa yang lezat. Edamame juga dapat digunakan sebagai bahan dalam burger nabati, memberikan sumber protein yang baik bagi mereka yang mengikuti diet vegetarian atau vegan (Yang et al., 2018).

E. Perubahan Pasca Panen

Perubahan pasca panen pada kacang-kacangan mencakup berbagai aspek seperti perubahan fisik, kimia, dan biokimia yang dapat mempengaruhi kualitas dan kandungan nutrisi dari kacang-kacangan tersebut. Berikut adalah beberapa perubahan utama yang terjadi pasca panen:

1. **Perubahan Fisik:** Pengeringan merupakan proses penting pasca panen yang membantu mengurangi kadar air dalam kacang-kacangan untuk mencegah pertumbuhan mikroba dan memperpanjang umur simpan. Pengeringan yang tidak tepat dapat menyebabkan perubahan warna, tekstur, dan penurunan kualitas visual.
2. **Perubahan Kimia dan Biokimia:** Proses pengeringan dan penyimpanan dapat menyebabkan oksidasi lipid yang menghasilkan rasa tengik. Reaksi Maillard, yang terjadi antara asam amino dan gula, juga dapat terjadi selama penyimpanan, mempengaruhi rasa dan warna kacang-kacangan.
3. **Perubahan kandungan gizi:** Kandungan vitamin dan mineral bisa berkurang selama penyimpanan yang lama. Pengaruh suhu, kelembaban, dan cahaya dapat mempengaruhi stabilitas nutrisi seperti vitamin A, vitamin C, dan beberapa vitamin B.
4. **Investasi Mikroba:** Jika tidak disimpan dengan benar, kacang-kacangan rentan terhadap serangan mikroba seperti jamur dan bakteri, yang dapat menyebabkan kontaminasi mikotoksin seperti aflatoksin, terutama pada kacang tanah.
5. **Penyimpanan dan Pengemasan:** Metode penyimpanan dan pengemasan yang baik sangat penting untuk mempertahankan kualitas kacang-kacangan. Vakum atau atmosfer yang dimodifikasi dapat membantu mengurangi kerusakan oksidatif dan mempertahankan kualitas gizi (Manickavasagan and Thirunathan, 2020).

F. Penanganan Pasca Panen

Penanganan pasca panen kacang-kacangan merupakan langkah penting untuk memastikan kualitas dan keamanan produk sebelum mencapai konsumen. Langkah pertama dalam penanganan pasca panen adalah pemanenan tepat waktu, di mana kacang-kacangan harus dipanen saat mencapai kematangan optimal untuk memaksimalkan kandungan gizinya. Kacang-kacangan yang dipanen terlalu awal atau terlalu terlambat dapat mengalami penurunan kualitas nutrisi dan rasa. Setelah dipanen, kacang-kacangan perlu segera diproses untuk menghindari kerusakan akibat aktivitas mikroba atau enzim yang dapat mengurangi kualitas produk (Siah et al., 2014a).

Proses pengeringan adalah langkah berikutnya yang sangat krusial dalam penanganan pasca panen kacang-kacangan. Pengeringan bertujuan untuk mengurangi kadar air hingga tingkat yang aman, biasanya di bawah 10%, untuk mencegah pertumbuhan jamur dan bakteri. Pengeringan bisa dilakukan secara alami dengan menjemur di bawah sinar matahari atau menggunakan pengering mekanis. Pengeringan yang tepat tidak hanya menjaga kualitas dan keamanan kacang-kacangan tetapi juga memperpanjang umur simpannya. Namun, pengeringan yang terlalu cepat atau pada suhu yang terlalu tinggi dapat merusak kandungan gizi dan kualitas organoleptik produk (Mudryj, Yu and Aukema, 2014).

Setelah pengeringan, kacang-kacangan perlu disortir dan dibersihkan untuk menghilangkan kotoran, biji yang rusak, dan benda asing. Proses ini bisa dilakukan secara manual atau dengan bantuan mesin sortasi otomatis. Penyortiran yang baik akan memastikan bahwa hanya biji-biji berkualitas tinggi yang masuk ke tahap pengemasan dan distribusi. Pengemasan juga merupakan tahap penting dalam penanganan pasca panen. Kacang-kacangan harus dikemas dalam wadah yang kedap udara dan lembab untuk menjaga kualitas dan mencegah kontaminasi. Bahan pengemas yang umum digunakan termasuk

kantong plastik, wadah vakum, dan kemasan berlapis aluminium (Yang et al., 2018).

Penyimpanan yang tepat adalah langkah akhir dalam penanganan pasca panen kacang-kacangan. Kacang-kacangan harus disimpan di tempat yang sejuk, kering, dan terhindar dari sinar matahari langsung. Suhu dan kelembaban yang rendah sangat penting untuk mencegah pertumbuhan mikroba dan serangan. Selain itu, pengontrolan kualitas secara berkala selama penyimpanan sangat penting untuk memastikan bahwa kacang-kacangan tetap dalam kondisi baik hingga saat konsumsi. Implementasi metode penyimpanan yang baik akan menjaga kandungan nutrisi dan keamanan kacang-kacangan, memastikan bahwa produk tetap bernilai tinggi bagi konsumen.

DAFTAR PUSTAKA

- Bewley, J. D. et al. (2013) 'Seeds: Physiology of Development, Germination And Dormancy, 3rd Edition', Seeds: Physiology of Development, Germination and Dormancy, 3rd Edition, 9781461446934, pp. 1-392. doi: 10.1007/978-1-4614-4693-4.
- Choukri, H. et al. (2022) 'Effect of High Temperature Stress During the Reproductive Stage on Grain Yield and Nutritional Quality of Lentil (*Lens culinaris Medikus*)', *Frontiers in Nutrition*, 9(April). doi: 10.3389/fnut.2022.857469.
- Ciudad-Mulero, M. et al. (2020) 'Antioxidant Phytochemicals in Pulses and their Relation to Human Health: A Review', *Current pharmaceutical design*, 26(16), pp. 1880-1897. doi: 10.2174/1381612826666200203130150.
- Foyer, C. H. et al. (2016) 'Neglecting Legumes Has Compromised Human Health And Sustainable Food Production', *Nature Plants*, 2(8). doi: 10.1038/NPLANTS.2016.112.
- Hall, C., Hillen, C. and Robinson, J. G. (2017) 'Composition, Nutritional Value, And Health Benefits Of Pulses', *Cereal Chemistry*, 94(1), pp. 11-31. doi: 10.1094/CCEM-03-16-0069-FI.
- Istiqomah, A. and Rustanti, N. (2015) 'Indeks Glikemik, Beban Glikemik, Kadar Protein, Serat, dan Tingkat Kesukaan Kue Kering Tepung Garut dengan Substitusi Tepung Kacang Merah', *Journal of Nutrition College*, 4(4), pp. 620-627. doi: 10.14710/JNC.V4I4.10171.
- Manickavasagan, A. and Thirunathan, P. (2020) 'Pulses: Processing and Product Development', *Pulses: Processing and Product Development*, pp. 1-342. doi: 10.1007/978-3-030-41376-7.
- Mead, D. (2017) 'A Guide To Some Edible Legumes of Indonesia', *SulangLexTopics*, 29(2), pp. 1-50.

- Messina, M. (2016) 'Soy And Health Update: Evaluation Of The Clinical And Epidemiologic Literature', *Nutrients*, 8(12). doi: 10.3390/nu8120754.
- Mudryj, A. N., Yu, N. and Aukema, H. M. (2014) 'Nutritional and Health Benefits Of Pulses', *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism = Physiologie Appliquee, Nutrition et Metabolisme*, 39(11), pp. 1197–1204. doi: 10.1139/APNM-2013-0557.
- Parca, F., Koca, Y. O. and UNAY, A. (2018) 'Nutritional and Antinutritional Factors of Some Pulses Seed and Their Effects on Human Health', *International Journal of Secondary Metabolite*, 5(4), pp. 331–342. doi: 10.21448/IJSM.488651.
- Rizzo, G. and Baroni, L. (2018) Soy, Soy Foods And Their Role In Vegetarian Diets, *Nutrients*. doi: 10.3390/nu10010043.
- Samtiya, M., Aluko, R. E. and Dhewa, T. (2020) 'Plant Food Anti-Nutritional Factors And Their Reduction Strategies: an Overview', *Food Production, Processing and Nutrition*, 2(1), pp. 1–14. doi: 10.1186/s43014-020-0020-5.
- Siah, S. et al. (2014a) 'Effects of Soaking, Boiling And Autoclaving On The Phenolic Contents And Antioxidant Activities of Faba Beans (*Vicia Faba* L.) Differing in Seed Coat Colours', *Food Chemistry*, 142(March 2020), pp. 461–468. doi: 10.1016/j.foodchem.2013.07.068.
- Siah, S. et al. (2014b) 'Effects of Soaking, Boiling And Autoclaving On The Phenolic Contents And Antioxidant Activities of Faba Beans (*vicia faba* l.) Differing In Seed Coat Colours', *Food Chemistry*, 142, pp. 461–468. doi: 10.1016/J.FOODCHEM.2013.07.068.
- Yang, Q. et al. (2018) 'Polyphenols in Common Beans (*Phaseolus vulgaris* L.): Chemistry, Analysis, and Factors Affecting Composition', *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 17(6), pp. 1518–1539. Available at: https://www.academia.edu/95185062/Polyphenols_in_Co

mmon_Beans_Phaseolus_vulgarisL_Chemistry_Analysis_and
d_Factors_Affecting_Composition (Accessed: 31 May 2024).

Zaheer, K. and Humayoun Akhtar, M. (2017) 'An updated review of dietary isoflavones: Nutrition, processing, bioavailability and impacts on human health', *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 57(6), pp. 1280-1293. doi: 10.1080/10408398.2014.989958.

BAB 5

DAGING DAN UNGGAS SEBAGAI BAHAN PANGAN

Sherly Asri Widyaningrum, S.Gz., M.Gz.

A. Bahan Pangan Hewani

Manusia membutuhkan pangan sumber hewani, oleh karena itu ketersediaan pangan hewani harus terpenuhi dan terjamin supaya sumber daya manusia yang dihasilkan juga berkualitas. Daging, ikan, telur, susu serta hasil olahannya termasuk unggas adalah bahan pangan hewani. Karakteristik bahan pangan hewani berbeda dengan pangan nabati, umur simpannya lebih pendek dalam keadaan segar (kecuali telur) karena struktur jaringan dari produk hewani yang tidak kuat dan kokoh (Sembor and Tinangon, 2022).

B. Daging

Daging ternak terdiri dari otot yang telah mengalami perubahan biofisik dan biokimia setelah proses penyembelihan. Menurut Abustam (2012), perubahan pascamerta ternak ini mengubah otot ternak dari energi mekanis yang digunakan untuk bergerak menjadi energi kimiawi yang dikonsumsi manusia sebagai makanan hewan (E and M, 2009).

Menurut Woerner & Boler 2017, definisi daging adalah otot rangka dan jaringan terikat yang berasal dari spesies mamalia, unggas, reptil, amfibi, dan akuatik yang biasa dipanen dan dikonsumsi manusia (Boler and Woerner, 2017). Daging mengandung sejumlah mineral yaitu Fe (zat besi), Ca serta mineral lain seperti K, Na, Co, P, Mg, Cu, Zn, Cl, dan Ni. Selain

itu, daging mengandung sejumlah vitamin seperti B-kompleks, B6, tiamin, dan B12 serta vitamin D, E, K yang banyak terdapat pada bagian hati, dan kandungan vitamin A, C meskipun relatif rendah. Pada daging, kadar mineral tidak akan hilang dengan proses pemanasan kecuali saat daging mengalami proses pemasakan. Susunan daging adalah otot ikat, epitel, lemak, jaringan saraf, dan pembuluh darah. Komponen utama penyusun daging adalah jaringan otot, jaringan lemak, jaringan ikat, tulang dan tulang rawan. Daging terdiri dari satu hingga lebih struktur otot, yang terdiri dari kelompok otot, dan komponen dasar struktur otot adalah serat otot. Menurut Lawrie (2003), komposisi nutrisi daging bervariasi menurut jenis hewan dan jenis potongannya. Dalam daging, terdapat 75% air, 19% protein, 2.5% lipids, 1.2% karbohidrat, 3,5% zat protein yang dapat diserap, dan sejumlah kecil vitamin yang dapat diserap dalam air dan lemak. Daging merah per 100 gr menyokong sekitar 25% dari asupan makanan yang direkomendasikan untuk riboflavin, niasin, vitamin B6 dan asam pentotenat (Lawrie, 2003). Daging unggas, terutama daging ayam per 100 gr mengandung niasin sekitar 56% dari kebutuhan yang direkomendasikan dan sekitar 27% untuk vitamin B6. Sedangkan pada 100 gr dada kalkun memasok 31% niasin dan 29% vitamin B6 (Bhagwat, Haytowitz and Wasswa-kintu, 2016).

C. Daging Sapi

Daging sapi merupakan pangan hewani yang banyak diminati karena kandungan nutrisinya seperti protein dan lemak. Pahar (2008) dan Pramono (2011) menyatakan bahwa selain rasa, alasan utama mengonsumsi daging sapi adalah pemenuhan nutrisi. Kandungan gizi daging sapi yang utama adalah protein serta lemak, menurut tabel komposisi bahan pangan per 100 gram daging sapi mengandung protein 17,5 gr, lemak 22 gr, dan energinya 273 kalori. Daging sapi juga mengandung sejumlah mineral yang baik dikonsumsi oleh manusia. Daging sapi adalah bagian yang tidak memiliki tulang. Sebaliknya, daging sapi yang tidak dipisahkan dari tulang atau

rangkanya disebut daging (Astawan 2007). Karkas sapi memiliki hubungan dengan kualitas daging sapi yang diolah sebagai berikut:

1. Punuk atau *Blade*

Daging sapi bagian punuk terdiri dari bagian depan paha hingga punuk, dengan bagian tengahnya terbuat dari serat kasar bagian kebawah yang membuatnya sering untuk pengolahan dikukus. Punuk adalah daging yang biasanya digunakan dalam pembuatan Sei, makanan khas Nusa Tenggara Timur.

2. Paha Depan atau *Chuck*

Chuck, juga dikenal sebagai paha depan adalah bagian daging sapi yang berada di atas bagian depan paha. Terdiri dari bagian melingkar dengan ketebalan sekitar 2-3 cm, dan sebagian tulang bahu tetap menempel pada paha hingga bagian luar punuk. Bakso, empal, semur, sop, kari, abon, dan rendang merupakan makanan tradisional yang terbuat dari daging ini.

3. Cub Roll atau Lemusir

Potongan daging sapi dari iga punggung keempat hingga kedua belas berasal dari bagian dalam dan luar punggung sapi di sekitar hash. Lemusir memiliki butir-butir lemak, yang membuatnya menjadi daging yang lunak. Oleh karena itu, karkas chub roll ini dapat diolah dengan cara dipanggang, oven atau grill seperti sate, sukiyaki, atau empal.

4. Sirloin atau Has Luar

Bagian sapi yang menonjol dari bagian bawah iga hingga bagian luar iga. Bagian ini cocok untuk steak atau barbeque karena otot disekitar daging paling banyak digunakan.

5. Tenderloin atau Has Dalam

Bagian otot-otot utama di sekitar tulang belakang atau di antara tulang panggul dan bahu yang membentuk tenderloin atau hash ditengah karkas daging sapi. Bagian ini paling empuk karena otot disana jarang digunakan, dan

karena dagingnya tidak terlalu berlemak, biasanya digunakan steak, sukiyaki, atau grill steak.

6. Bagian Atas/ Round/ Penutup

Bagian karkas sapi di dekat area pantat di atas paha belakang. Potongan pada bagian ini tipis, keras, dan tidak berlemak sehingga akan memakan waktu lama untuk melunak saat dipanggang atau dibakar. Bagian ini dapat digunakan dalam pembuatan abon, rendang, empal, baso, pizza, dan dendeng.

7. Rump atau Tanjung

Bagian punggung belakang. Bagian ini dimasak dengan waktu yang lama seperti dipanggang. Biasanya bagian ini dijadikan bahan dasar daging untuk rendang, bistik, empal, dendeng, baso, abon, dan sebagainya karena dibuat dengan teknik panggang.

8. Daging Kepala/ Knuckle

Bagian daging yang terletak di antara penutup dan gandik atas disebut inside atau knuckle dalam industri. Cornet, daging giling, casserole, rawon, sop dan sate adalah semua contoh masakan yang menggunakan karkas bagian ini.

9. Rib Meat/ Iga

Daging sapi yang berasal dari daging sekitar iga atau iga merupakan salah satu dari delapan bagian utama daging sapi yang biasa dikonsumsi. Potongan iga ini bisa memiliki antara dua dan tujuh tulang rusuk, atau total enam hingga dua belas tulang rusuk. Steak iga adalah potongan steak dengan atau tanpa tulang. Biasanya dimasak dengan kuah, namun bisa juga diolah seperti semur atau iga bakar. Daging bagian ini digunakan dalam pembuatan kornet, roll, rawon, sup, dan roast (Mulono, 2011).

D. Daging Kambing

Daging kambing merupakan pangan hewani yang mengandung sejumlah nilai gizi yang cukup tinggi, seperti protein 19,9%, air 77,06%, lemak 2,02%, dan abu 1,71%. sehingga

daging kambing termasuk produk pangan hewani yang mudah mengalami kerusakan (*perishable food*) (Iman, Purbowati and Adiwidarti, 2013). Karkas kambing dikategorikan menurut umur dan jenis kelaminnya:

1. Kambing muda (*lamb*), yaitu karkas kambing atau domba yang belum dewasa kelamin dan gigi serinya belum permanen.
2. Kambing dewasa (*Yearling mutton*) yaitu karkas kambing atau domba yang berumur lebih dari satu tahun yang sudah dewasa kelamin dan memiliki 1 gigi seri permanen terkikis.
3. Kambing dewasa tua (*Older mutton*) yaitu karkas kambing atau domba jantan dewasa yang telah mencapai dewasa kelamin dan memiliki 2 gigi seri permanen atau lebih yang terkikis.

Ada tiga catatan standar untuk karkas kambing, yaitu pinggul yang ditutup, ikat pinggul belakang kaki, dan pinggul sisi belakang. Selanjutnya, harus memperhatikan bahwa daging kambing menyerap lebih banyak rempah daripada jenis daging lain, jadi harus menambahkan dosis bumbu sebesar 25 hingga 40 persen dari daging normal. Selain itu, jika ingin menambahkan rasa kaldu dalam kuah, harus memperhatikan bahwa lebih baik tambahkan setidaknya 30% karkas yang masih bertulang.

E. Daging Kuda

Bahan pangan hewani yang memiliki keunggulan kandungan glikogennya lebih tinggi dan kandungan asam amino seperti alanin dan glisin unggul dibandingkan sumber pangan daging lainnya. Selain itu juga jumlah kalori dan lemaknya rendah. Daging kuda adalah sumber protein hewani yang memiliki rasa enak, daging yang empuk, rendah lemak, dan tinggi protein. Warna yang relatif merah tua dengan sedikit warna coklat, yang cepat menjadi gelap dan menjadi hitam kecoklatan ketika terkena udara adalah ciri yang membedakan daging kuda, bahkan daging sapi. Sifat daging kuda ini disebabkan oleh tingginya kandungan mioglobin, pigmen otot. Jumlah mioglobin dalam 1 gram jaringan otot adalah 7,4 mg,

sedangkan pada daging sapi adalah 3,8 mg dan pada daging babi adalah 0,79–1,44 mg (Lorenzo *et al.*, 2014).

Daging kuda memiliki banyak manfaat kesehatan karena kandungan asam lemak linoleat dan linolenat yang tinggi yang bermanfaat bagi tubuh manusia karena dapat mencegah penumpukan kolesterol di dinding pembuluh darah (Selain itu, mengandung asam amino esensial yang diperlukan untuk pembentukan antibodi dan pembentukan sel dan jaringan, protein hewani sangat penting bagi tubuh manusia (Debnath, Biswas and Roy, 2019).

Kadir (2006) menyatakan bahwa daging kuda memiliki keunggulan tersendiri yaitu, kadar lemaknya hanya 4,1% dibandingkan dengan 14,0% sapi, dan kadar protein hewannya hampir sama, 18,1% untuk kuda dan 18,8% untuk sapi. Selain itu, rasanya manis dan kandungan lemaknya relatif rendah (Kadir, 2006).

F. Daging Babi

Daging babi adalah hasil dari hewan babi ternak yang banyak dimanfaatkan sebagai sumber protein pangan hewani. Daging babi banyak digemari dan dikonsumsi selain daging sapi dan ayam, kandungan gizi daging babi tidak kalah unggul dibandingkan daging lainnya. Daging babi kaya akan protein dan dianggap menjadi salah satu sumber pangan hewani dengan sumber kalium, zinc dan fosfor serta mengandung sejumlah vitamin B seperti Niacin, thiamin, riboflavin, vitamin B6 hingga asam folat. Selain itu, bagian tenderloin pada daging babi mengandung lemak jenuh lebih rendah dibandingkan daging unggas namun kandungan kolesterol pada daging babi lebih tinggi dibanding daging lainnya.

Daging babi memiliki ciri yang khas sehingga berbeda dengan daging ternak lainnya, warnanya lebih pucat, serat lebih halus dibandingkan daging sapi dan baunya lebih khas serta dagingnya lebih kenyal, tebal dan mudah diregangkan namun lemaknya sulit untuk dipisahkan karena sangat basah (Soeparno, 2011).

G. Unggas

Daging unggas mengandung asam amino yang lengkap dalam jumlah yang tepat, menjadikannya sebagai sumber protein hewani. Struktur daging hewan unggas dan daging mamalia hampir sama, yang membedakannya adalah daging unggas memiliki serat daging yang pendek dan lunak dan jaringan ikatnya yang tipis sehingga mudah dicerna. Daging unggas terdiri dari air, protein, lemak, karbohidrat, dan mineral. Jenis kelamin, umur, spesies, dan macam otot atau daging menentukan komposisi daging (Tien R and Fitriyani, 2012). Daging unggas memiliki tingkat protein dan lemak yang lebih tinggi daripada daging ruminansia. Sebagian besar lemak ini berada di bawah kulit dan tidak banyak didistribusikan pada jaringan seperti pada ruminansia. Unggas merupakan sumber pangan hewani yang baik karena memiliki protein yang tinggi, lemak yang relatif rendah, daya cerna yang tinggi, zat besi, dan beberapa jenis vitamin B (Mulono, 2011). Ayam merupakan daging unggas yang paling banyak dikonsumsi di Indonesia. Unggas mengarah ke jenis burung-burungan, seperti ayam, burung puyuh, kalkun, bebek, burung unta, dan spesies sejenis yang digunakan untuk produk daging komersial (Boler and Woerner, 2017). Potongan komersial karkas unggas terdiri dari beberapa bagian seperti sayap (*wing*), paha atas (*thigh*), paha bawah (*drumstick*), dada (*breast*) dan punggung (*brisket*) (Mait *et al.*, 2019).

1. Ayam

Daging ayam berperan penting dalam memenuhi kebutuhan nutrisi dan merupakan sumber protein yang murah. Daging ayam merupakan bahan pangan yang bernilai gizi tinggi karena mengandung protein dan asam amino dari asam lemak esensial, vitamin, dan mineral yang sangat baik untuk membantu proses pertumbuhan manusia (Prayitno, Murrad and Kismiati, 2009).

Daging ayam boiler adalah salah satu jenis ayam yang banyak dikonsumsi yang memiliki kandungan gizi yang berbeda menurut pada bagiannya. Tabele dkk 2020,

menyatakan bahwa daging ayam boiler pada bagian dada memiliki komposisi protein sebesar 35,24 gr/100 gr, bagian paha sebesar 31,04 gr/100 gr, dan bagian sayap sebesar 33,95 gr/100 gr. Setiap bagian tersebut memiliki kandungan protein yang memiliki sifat asam amino esensial yang lengkap, kandungan protein tersebut tersusun menjadi tiga bagian yaitu gabungan aktin dan miosin (*miotfibril*), protein pada sarkoplasma (*albumin dan globulin*) serta protein pada jaringan ikat (*kolagen dan elastin*) (Afiyah, 2022). Daging ayam pada umumnya berwarna normal putih, memiliki serat yang lebih halus, tidak terlalu padat, dan lemaknya lunak serta berwarna putih kekuning-kuningan. Pada daging ayam faktor umur, berat badan, lingkungan, jenis kelamin, jenis pakan yang dikonsumsi, genetika, fisiologi, dan genetika dapat mempengaruhi tingkat nutrisinya. Cara memilih daging ayam yang memiliki kualitas baik yaitu:

- a. Karkas utuh serta bebas dari kotoran;
- b. Warnanya terlihat mengkilat putih dan belum ada perubahan warna;
- c. Serat ototnya putih dan agak mengkilat;
- d. Kedua paha simetris dan normal, tidak berwarna biru, terasa kenyal saat ditekan; punggung rata dan tidak patah;
- e. Kedua sayap simetris normal, dan hampir tidak ada pembuluh darah di bawah sayap;
- f. Bagian dalam karkas berwarna putih, tidak berbau dan tidak tercemar oleh bahan kimia atau bahan lain.

Berikut merupakan nama-nama pada bagian potongan karkas ayam:

- a. Paha atas (*thigh*)
- b. Paha bawah (*drumstick*)
- c. Dada (*breast*)
- d. Punggung dan brutu (*caracass*)
- e. Sayap atas (*winglet*)
- f. Sayap (*wing*)

Untuk mengetahui apakah hati ayam baik atau segar, perhatikan ciri-ciri berikut:

- a. Berwarna yang khas dari ayam yaitu merah
- b. Tidak ada perubahan bentuk
- c. Tekstur tidak terlalu kaku maupun lembek.
- d. Aroma tidak berbau tengik dan
- e. Pecahan empedunya normal

2. Bebek

Daging bebek sering dikaitkan dengan kandungan lemaknya yang tinggi, tetapi sebenarnya memiliki nutrisi yang lebih padat dari yang banyak orang pikirkan. Meskipun sebagian besar lemak tak jenuh yang sehat ada di dalamnya, daging ini tetap memiliki rasa yang kuat dan penuh nutrisi.

Daging bebek memiliki aroma yang khas dan padat akan nutrisi. Mengandung sumber protein dan lemak sehat serta zat gizi mikro seperti niasin, zat besi, dan selenium. Bebek adalah salah satu jenis daging selain daging ayam yang digunakan sebagai bahan makanan hewani yang berasal dari unggas.

Berdasarkan tabel komposisi pangan Indonesia, bebek mengandung sejumlah nutrisi, dalam 100 gr daging bebek segar mengandung protein 16 gr, lemak 28,6 gr dan menyumbangkan energi sebanyak 321 gr. Selain itu, daging bebek juga mengandung sejumlah mineral seperti zat besi 1,8 mg, zink 1,2 mg, fosfor 188 mg dan serta kaliumnya sebesar 199 mg, serta beberapa mineral lainnya yang tidak kalah unggulnya.

3. Kalkun

Kalkun merupakan sumber protein hewani yang baik bagi manusia karena memiliki kandungan lemak dan kolesterol yang rendah dibandingkan jenis unggas lainnya. Keunggulan daging kalkun dengan jenis daging unggas lainnya adalah daging kalkun memiliki protein yang tinggi dan lemak serta kolesterolnya rendah. Kandungan gizi

kalkun dalam 100 gr daging kalkun segar mengandung 24 gr protein pada bagian dada, 20 gr pada bagian paha, dengan kandungan kolestrol tergolong rendah yaitu 15-18 gr/ 100 gr jika dibandingkan dengan daging ayam (Prayitno, Murrad and Kismiati, 2009).

H. Mutu Daging Sebagai Bahan Pangan

Mutu adalah penilaian produk secara organoleptik yang digunakan oleh pelanggan untuk standar daging yang baik. Beberapa faktor untuk menentukan mutu daging adalah kualitas teknologi, kualitas konsumen, dan kualitas gizinya (jumlah protein, lemak, dan air) serta kualitas daging ditentukan oleh komposisinya, yaitu rasio daging dengan dan tanpa lemak serta palatabilitasnya, yang mencakup tekstur, keempukan, *juiciness* dan rasanya, namun secara visual mutu daging dapat dinilai berdasarkan daya ikat air, warna dan *marbling*. Selain itu, pengeluaran darah saat hewan dipotong dan kontaminasi setelah dipotong juga akan mempengaruhi kualitas daging.

Kualitas daging dapat dipengaruhi oleh banyak faktor berbeda di peternakan serta sebelum dan setelah penyembelihan. Pada saat akan dilakukan penyembelihan, penting untuk meminimalkan pemicu stres pada hewan untuk membantu menjaga tingkat kesejahteraan hewan dan kualitas serta umur simpan daging.

1. Kualitas Daging Yang Baik

Menurut Tien 2012, kualitas daging yang segar dan baik untuk dikonsumsi adalah sebagai berikut:

- a. Tekstur daging, ditentukan oleh kandungan jaringan ikat. Susunan jaringan ikatnya semakin banyak saat daging semakin tua, sehingga akan menghasilkan daging semakin kenyal saat ditekan dengan jari.
- b. Kandungan lemak, yang juga dikenal sebagai *marbling* adalah lemak yang terdapat di antara serabut otot *intramuscular*. Lemak berfungsi sebagai pembungkus otot dan memastikan daging tetap utuh saat dipanaskan dan lemak dapat mempengaruhi cita rasa.

- c. Warna, tergantung pada jenis hewan dan usianya, daging sapi muda lebih pucat daripada daging sapi dewasa sedangkan sapi potong memiliki warna yang lebih gelap dibandingkan daging sapi perah.
- d. Rasa dan aroma, jenis pakan mempengaruhi aroma dan rasa makanan. Daging dengan mutu tinggi memiliki aroma dan rasa yang gurih dan tidak menyengat ataupun berbau tidak sedap.
- e. Kelembaban, daging dapat menahan perkembangan mikroorganisme dari luar, karena memiliki permukaan yang kering sehingga berdampak pada lama simpan daging (Tien R and Fitriyani, 2012).

2. Kualitas Daging Tidak Sehat

- a. Setelah dipotong, aroma dan rasa dari hewan akan keluar dan tercium tidak normal karena hewan tersebut menderita sakit terutama pada bagian organnya radang sehingga mengeluarkan bau tengik, hewan yang diobati dengan obat antibiotik akan menghasilkan daging berbau khas bau obat.
- b. Warna juga dapat menjadi penentu bahwa daging tersebut layak atau tidak untuk dikonsumsi. Warna daging tidak normal akan menyebabkan rasanya kurang menggugah selera. Selain itu, konsistensi daging yang tidak normal, seperti kekenyalan yang rendah atau tekstur yang lunak juga dapat menunjukkan bahwa daging tersebut tidak sehat, dan daging busuk dapat membahayakan kesehatan. Tindakan yang buruk pada waktu pembekuan akan meningkatkan pembusukan oleh bakteri pembusuk, dan membiarkan daging terbuka terlalu lama pada suhu kamar juga akan memecah protein daging serta menghasilkan amonia dan asam sulfid, yang dapat menyebabkan pembusukan.

I. Kerusakan Pada Bahan Pangan Daging

Daging menyediakan protein yang bermanfaat untuk tubuh sebagai proses regenerasi sel. Daging memiliki jumlah nutrisi seperti protein yang lengkap, termasuk ada lemak, karbohidrat, serta nutrisi lain yang tubuh manusia butuhkan seperti vitamin dan mineral. Selain itu, daging adalah wadah yang baik untuk mikrobia dapat berkembang biak karena tingginya kandungan nutrisinya.

Aktivitas mikroorganisme menyebabkan kerusakan yang sering terjadi pada bahan pangan produk ternak. Perkembangbiakan dan pertumbuhan mikroorganisme terjadi di dalam daging karena mikroorganisme mendapatkan nutrisi dari daging sebagai media perkembangbiakan dan pertumbuhannya. Karena mikroorganisme memperoleh nutrisi dari daging sebagai media reproduksi dan pertumbuhannya, maka mikroorganisme berkembang biak dan tumbuh baik di dalam daging. Kondisi daging yang ideal dapat mempercepat perkembangbiakan dan pertumbuhan mikroorganisme. Salah satu faktor lingkungan yang dapat mempengaruhi perkembangbiakan dan pertumbuhan mikroorganisme adalah suhu lingkungan. Suhu lingkungan daging harus diatur agar kualitasnya tetap dan tidak sedikit berubah.

Perlakuan perawatan terhadap lingkungan, seperti penyimpanan dan pengawetan, diperlukan untuk daging yang sifatnya mudah rusak ini. Penyimpanan daging dapat dilakukan dengan perlakuan atau kontrol suhu. Perlakuan seperti pendinginan, pembekuan, pasteurisasi, dan sterilisasi atau kontrol suhu dibawah atau diatas suhu pertumbuhan mikroorganisme akan menghambat aktivitasnya bertumbuh dan berkembang biak (Sembor and Tinangon, 2022).

Bakteri, kapang, dan khamir dapat menyebabkan kerusakan daging oleh mikroorganisme. Bakteri seperti *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Alcaligenes*, *Moraxella*, *Streptococcus*, *Leuconostoc*, *Bacillus*, *Micrococcus*, *Lactobacillus*, *Photobacterium spp*, dan *Actinomycetes* adalah beberapa contoh mikroorganisme yang menyebabkan kerusakan daging. Penanganan higienis

pekerja, pemeliharaan bangunan, dan peralatan yang digunakan selama proses adalah beberapa cara untuk mencegah kerusakan daging. Daging dapat disimpan dengan baik selama pembekuan untuk mencegah pertumbuhan mikroba. Kandungan nutrisi serta kadar air yang relatif tinggi, dan kandungan vitamin serta mineralnya yang tinggi, daging dan produk olahannya sangat rentan terhadap kerusakan mikrobiologi yang menyebabkan pembusukan pada daging. Perubahan aroma menjadi tengik atau berbau busuk dan terjadi perubahan warna serta pembentukan lendir merupakan beberapa tanda kerusakan pada daging. Tumbuhnya kapang juga menunjukkan kerusakan mikrobiologi pada dendeng. Bakteri patogen banyak ditemukan pada daging dan produk olahan yang rusak (Fitrianti, 2017)

DAFTAR PUSTAKA

- Afiyah, D. N. (2022) 'Pengaruh Perbedaan Bagian Daging Ayam Broiler terhadap Kandungan Protein dan Sifat Organoleptik Nugget Ayam', *Anoa: Journal of Animal Husbandry*, 1(2), pp. 81–87. doi: 10.24252/anoa.v1i2.30875.
- Bhagwat, S., Haytowitz, D. B. and Wasswa-kintu, S. (2016) USDA's Expanded Flavonoid Database for the assessment of Dietary Intakes. Available at: <http://www.ars.usda.gov/nutrientdata>.
- Boler, D. D. and Woerner, D. R. (2017) 'What is meat? A perspective from the American Meat Science Association', *Animal Frontiers*, 7(4), pp. 8–11. doi: 10.2527/af.2017.0436.
- Debnath, B. C., Biswas, P. and Roy, B. (2019) 'The Effects Of Supplemental Threonine On Performance, carcass Characteristics, Immune Response And Gut Health Of Broilers In Subtropics During Pre-Starter And Starter Period', *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 103(1), pp. 29–40. doi: 10.1111/jpn.12991.
- E, A. and M, H. (2009) *Bahan Ajar Ilmu dan Teknologi Daging*. Makassar: .Fakultas Peternakan Unhas.
- Fitrianti (2017) *Mengenal Beberapa Bakteri Patogen Pada Daging*. Edited by Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan. Jakarta: Kementerian Pertanian Indonesia.
- Iman, K., Purbowati and Adiwiniarti, R. (2013) 'Komposisi Kimia Daging Kambing Kacang Jantan yang Diberi Pakan Dengan Kualitas Berbeda', *animal agriculture Journal*, 2(4), pp. 1–23.
- Kadir, S. (2006) *Analisis Permintaan Dan Efisiensi Penggunaan Sumber Daya Dalam Rangka Meningkatkan Produksi Ternak Kuda di Sulawesi Selatan*. Makassar: Lembaga Penelitian Universitas Hasanuddin.
- Lawrie (2003) *Ilmu Daging*. Diterjemahkan oleh Aminuddin Parakkasi. Jakarta: Universitas Indonesia (UI-Press).

- Lorenzo, J. M. et al. (2014) 'Carcass Characteristics, Meat Quality And Nutritional Value Of Horsemeat: A Review', *Meat Science*, 96(4), pp. 1478–1488. doi: 10.1016/j.meatsci.2013.12.006.
- Mait, Y. S. et al. (2019) 'Pengaruh Pembatasan Pakan Dan Sumber Serat Kasar Berbeda Terhadap Bobot Hidup, Bobot Karkas Dan Potongan Komersial Karkas Ayam Broiler Strain Lohman', *Zootec*, 39(1), p. 134. doi: 10.35792/zot.39.1.2019.23810.
- Mulono, A. (2011) *Pengetahuan Dasar Bahan Pangan*. Serang: CV.A.A Rizky.
- Prayitno, D. S., Murrad, B. C. and Kismiati, S. (2009) *Manajemen Kalkun Berwawasan Animal Welfare*. Salatiga: Badan Penerbit Universitas Diponegoro.
- Sembor, S. M. and Tinangon, R. M. (2022) *Industri Pengolahan Daging*. Bandung: Patra Media Grafindo Bandung.
- Soeparno (2011) *Ilmu dan Teknologi Daging*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Tien R, S. and Fitriyani, A. (2012) *Ilmu Pengetahuan Bahan Pangan*. Jakarta: Alfabeta.

BAB 6

IKAN DAN SEAFOOD

Devillya Puspita Dewi, S.Gz., MPH.

A. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara kepulauan (*archipelagic state*) yang sebagian besar wilayahnya berupa perairan laut. Potensi hasil laut berupa ikan menyumbang a 6,4 juta ton pertahun atau sekitar 7% dari total potensi lestari ikan laut di dunia. Potensi laut dan perikanan menyumbang 65% dari kebutuhan protein masyarakat, 60% diantaranya berasal dari hasil perikanan.

Ikan merupakan salah satu pangan yang mempunyai kandungan gizi, protein, vitamin, mineral dan daya cerna yang baik bermanfaat bagi kesehatan tubuh (Wibowo, dkk. 2014). Ikan merupakan salah satu makanan yang kaya akan protein. Masyarakat membutuhkan protein ikan karena mudah dicerna dan memiliki pola asam amino yang hampir sama dengan tubuh manusia. Ikan biasanya dijual utuh, baik segar maupun beku. Ikan merupakan produk yang memiliki potensi besar karena diterima sebagai pangan di berbagai tingkat sosial, etnis, dan agama.

Ikan mengandung protein dan air yang cukup tinggi serta mempunyai pH tubuh mendekati netral sehingga membuat ikan menjadi komoditi yang cepat mengalami pembusukan. Pembusukan pada ikan disebabkan oleh enzim dan aktivitas mikroorganisme dalam tubuh ikan.

Ikan dianggap sebagai pangan fungsional yang penting bagi kesehatan karena mengandung asam lemak tak jenuh rantai panjang (khususnya yang tergolong asam lemak omega-3), vitamin, serta makro dan mikro mineral. Senyawa fungsional turunan ikan yang digunakan dalam pangan fungsional meliputi omega-3 (PUFA), protein dan peptida, vitamin, mineral, karotenoid, dan taurin.

B. Pengertian Ikan dan *Seafood*

Ikan merupakan salah satu hewan bertulang belakang (vertebrata) yang hidup di perairan dan memiliki insang yang berfungsi untuk melakukan pernafasan. Ikan adalah kelompok vertebrata yang beraneka ragam. Ikan merupakan salah satu jenis hasil laut. Makanan laut adalah segala sesuatu yang hidup di lingkungan perairan, termasuk lautan, waduk, sungai, kolam, kolam, dan badan air lainnya. Ikan merupakan sumber protein hewani. Selain menjadi sumber protein, ikan juga memiliki kandungan air yang tinggi berkisar antara 60 hingga 87°C. Nilai pH yang netral, mendekati, dan bahan kain yang lembut menjadikannya media yang cocok untuk pertumbuhan mikroorganisme yang mudah rusak.

Seafood merupakan kumpulan dari jenis biota laut yang dapat dijadikan makanan. Koleksi biota laut ini meliputi ikan, cumi-cumi, kerang, atau moluska. Makanan laut merupakan sumber protein, lemak, dan mineral yang penting bagi manusia. Protein dibutuhkan untuk pertumbuhan dan pembangunan jaringan tubuh serta untuk pertahanan tubuh terhadap berbagai penyakit, sedangkan lemak dibutuhkan tubuh tidak hanya sebagai sumber energi, tetapi juga sebagai pelindung dari suhu rendah dan suhu dingin. Sumber vitamin pada seafood antara lain vitamin A, D, E, K, hormon dan komponen membran sel (Asmawati, dkk. 2021).

C. Jenis Ikan dan *Seafood*

Spesies ikan yang ada di Indonesia sekitar 1193 spesies (Froese & Pauly 2013). Jenis ikan berdasarkan tempat hidupnya dibagi menjadi tiga yaitu:

1. Ikan air tawar. Ikan yang hidup di air tawar, contohnya lele, mujahir, gurame, ikan mas, nila, bawal.
2. Ikan air laut. Ikan laut dibagi menjadi dua yaitu:
 - a. Ikan pelagik adalah ikan laut yang hidup di laut bagian permukaan, contohnya: tongkol, macherel, lemuru, ikan terbang, hering.
 - b. Ikan demersal adalah ikan laut yang hidupnya di laut yang bagian dalam, contohnya: cod, hiu, kakap.
3. Ikan migrasi adalah ikan yang berpindah dari habitat aslinya, contohnya ikan sarden, salmon.

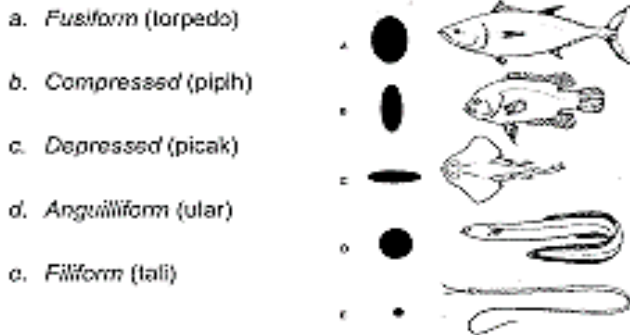
Bentuk ikan berbeda-beda antara ikan yang satu dengan ikan yang lain. Perbedaan bentuk tubuh ikan disebabkan oleh lingkungan dan arah hidupnya. Bentuk ikan dibedakan menjadi dua yaitu ikan simetris bilateral dan ikan non simetris bilateral. Ikan simetris bilateral apabila dibelah dengan potongan sagital atau ikan yang dipotong bagian tengahnya maka akan mendapatkan ukuran yang sama antara bagian kanan dan kiri. Jika dilihat dari bentuknya dibagi menjadi empat yaitu:

1. Bentuk peluru (*torpedo*)/ *fusiform* yaitu ikan yang mempunyai lebar dan panjang tubuhnya hampir sama. Ikan yang mempunyai bentuk tubuh ini tergolong dalam ikan yang mempunyai kemampuan berenang yang cepat. Contoh ikan dengan bentuk torpedo yaitu ikan tuna, ikan salem.
2. Bentuk panah (*compresed*) yaitu ikan yang mempunyai bentuk tubuh menyerupai panah, ujung mulutnya lancip. Ikan bentuk panah banyak dijumpai pada ikan pelagis dan jenis ikan omnivora. Contoh ikan yang mempunyai bentuk panah yaitu
3. Bentuk pipih yaitu ikan berbentuk pipih atau dengan kata lain bentuk tubuh ikan jauh lebih kecil dibandingkan Panjang tubuh dan tinggi tubuh ikan. Bentuk ikan pipih merupakan bentuk umum yang banyak ditemukan pada

jenis ikan pelagic dan ikan demersal. Beberapa contoh ikan yang memiliki bentuk tubuh pipih yaitu ikan bawal, ikan ekor kuning.

4. Bentuk ular yaitu ikan yang bentuknya menyerupai ular atau pita. Contoh ikan bentuk ular yaitu belut, layur.

Bentuk Tubuh Ikan



Gambar 6. 1. Bentuk Tubuh Ikan

Ikan dan *seafood* mempunyai kandungan lemak dalam bentuk asam lemak omega 3. Berdasarkan kandungan lemak ikan dibagi menjadi tiga yaitu

1. Kandungan lemak tinggi (6-20%): hering, macherel, salmon, sardin, tuna, sepat, belut, tawes.
2. Kandungan lemak sedang (2-5%): rajungan, mas, udang, lemuru.
3. Kandungan lemak rendah (<2%): kerang, lobster, bawal, gabus, bekasang.

D. Komposisi Ikan dan Seafood

Komposisi daging ikan dipengaruhi oleh dua faktor yaitu faktor intrinsik (biologi) dan faktor ekstrinsik (dari luar). Faktor intrinsik (biologi) dari ikan tersebut antara lain golongan atau jenis ikan, jenis kelamin dan umur ikan. Faktor ekstrinsik (dari luar) meliputi tempat hidup ikan, musim, dan jenis makanan yang diberikan. Daging ikan sebagian besar berwarna putih dan

terdapat hampir di setiap bagian tubuh ikan. Ikan hanya memiliki sebagian kecil daging merah, biasanya hanya terdapat di bawah kulit pada sisi tubuh Ikan. Daging ikan putih memiliki kandungan protein lebih tinggi dan kadar lemak lebih rendah dibandingkan daging merah.

Seafood adalah pilihan sehat untuk segala usia, termasuk anak-anak yang sedang dalam masa pertumbuhan, wanita hamil, orang dewasa yang aktif, dan orang lanjut usia. Makanan laut adalah sumber protein berkualitas tinggi, mudah dicerna, dan rendah lemak. 3,5 ons makanan laut menyediakan hampir setengah dari kebutuhan protein harian orang dewasa dengan hanya 100 hingga 200 kalori. Makanan laut rendah lemak jenuh dan natrium serta kaya akan banyak vitamin dan mineral penting.

Makanan laut memiliki banyak manfaat kesehatan yang positif dan juga merupakan salah satu dari sedikit makanan yang mengandung asam lemak omega-3 rantai panjang, yang penting untuk perkembangan sistem saraf dan retina. Makanan laut mencakup ikan seperti lele, salmon, tuna, trout, dan nila, serta kerang seperti udang, kepiting, kerang, dan tiram. Sebagian besar makanan laut yang dibeli di Amerika Serikat berasal dari air asin dan akuakultur (ikan budidaya).

	Calories	Protein (g)	Carbohydrate (g)	Fat (g)	Saturated fat (g)	Omega-3 EPA (g)	Omega-3 DHA (g)	Cholesterol (mg)	Sodium (mg)
Finfish									
Salmon, Atlantic, farm-raised, cooked	175	18.79		10.50	2.128	0.587	1.238	54	52
Salmon, Atlantic, wild-caught, cooked	155	21.62		6.91	1.068	0.349	1.215	60	48
Tilapia, cooked (3.5 oz)	128	26.15		2.65	0.94	0.005	0.130	57	56
Trout, rainbow, farm-raised, cooked	143	20.23		6.27	1.403	0.220	0.524	60	52
Trout, rainbow, wild-caught, cooked	128	19.48		4.95	1.376	0.398	0.442	59	48
Tuna, light, canned in water	99	21.68	0	0.7	0.199	0.04	0.19	26	287 (w/o salt = 42)
Tuna, yellow-fin, cooked	110	24.78	0	0.5	0.174	0.013	0.089	40	46
Bass, striped, cooked	105	19.32	0	2.54	0.552	0.184	0.637	88	75
Catfish, farm-raised, cooked	122	15.67	0	6.11	1.348	0.017	0.059	56	101
Catfish, wild-caught, cooked	89	15.7		2.42	0.632	0.085	0.116	61	42
Flatfish (flounder and sole), cooked	73	12.95		2.01	0.461	0.029	0.122	48	309
Crustaceans									
Shrimp, mixed species, cooked (moist heat)	101	19.36		1.45	0.163	0.043	0.044	179	805
Crab, blue, cooked	71	15.20		0.63	0.171	0.086	0.057	82	336
Crawfish, farm-raised, cooked	74	14.89		1.10	0.184	0.105	0.032	116	82
Crawfish, wild-caught, cooked	70	14.25		1.02	0.154	0.101	0.040	113	80
Mollusks									
Oysters, eastern, farm-raised, cooked	67	5.95	6.19	1.80	0.581	0.195	0.179	32	139
Oysters, eastern, wild-caught, cooked	67	7.54	3.60	2.25	0.626	0.233	0.178	53	112
Oysters, eastern, farm-raised, raw	50	4.44	4.70	1.32	0.377	0.160	0.173	21	151
Oysters, eastern, wild-caught, raw	51	5.71	2.72	1.71	0.474	0.010	0.136	40	85
Clams, mixed species, cooked	126	21.72	4.36	1.66	0.160	0.117	0.124	57	95
Mussels, blue, cooked	146	20.23	6.28	3.81	0.723	0.235	0.430	48	314
Meat and poultry selections									
Beef roast, sirloin, lean, trimmed, roasted	193	26.34		9.73	3.527	0	0	80	54
Chicken, breast meat only, roasted	165	31.02		3.57	2.020	0.010	0.020	85	74
Pork loin, boneless, roasted	164	26.46		5.67	1.887	0	0	78	48
Portion size - 3 ounces Dry heat cooking unless otherwise specified Source: USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Release 24, 2012. Available at http://www.ars.usda.gov/Services/docs.htm?docid=8964 .									

Asam lemak omega-3 utama yang ditemukan dalam makanan laut adalah *eicosapentaenoic acid* (EPA) dan *docosahexaenoic acid* (DHA). Semua makanan laut mengandung asam lemak omega-3, tetapi ikan berlemak seperti salmon, sarden, trout, makarel Atlantik, makarel Pasifik, dan herring merupakan sumber yang kaya akan EPA dan DHA. Asam lemak ini membantu menurunkan tekanan darah dan detak jantung serta meningkatkan fungsi kardiovaskular. Asam lemak omega-3 mengurangi risiko gangguan irama jantung (aritmia) yang dapat menyebabkan kematian mendadak. Asam lemak omega-3 juga menurunkan kadar trigliserida dan memperlambat laju

pertumbuhan plak aterosklerosis. Manfaat zat gizi makro dan zat gizi makro yang terdapat pada ikan dan seafood mempunyai manfaat bagi kesehatan tubuh. Zat gizi tersebut antara lain:

1. Asam Lemak Omega 3

Asam lemak omega 3 yang terdapat pada ikan dan seafood mempunyai manfaat bagi perkembangan otak dan mata pada pertumbuhan janin, perkembangan kognitif, peningkatan kesehatan mental (mencegah dimensia, skizofrenia, depresi), menurunkan resiko penyakit jantung koroner. Peran n-3 LC-PUFA yang terdapat pada ikan dan *seafood* dalam menjaga kekebalan tubuh fungsi dan mengurangi peradangan untuk pengobatan segala bentuk radang sendi. n-3 LC-PUFA yang bersumber dari makanan laut ditemukan di semua makanan laut dengan sumber terkaya adalah ikan berminyak (Ruxton et.al, 2005).

2. Protein

Protein mempunyai peranan penting dalam menjaga kesehatan tubuh seperti otot, tulang, kuku dan rambut. Protein, peptida dan turunan asam amino penting komponen dalam kesehatan tulang, pengaturan komposisi tubuh, metabolisme glukosa, rasa kenyang, sinyal sel, kesehatan gastrointestinal dan flora bakteri baik. Konsumsi *seafood* dapat mencegah terjadinya penyakit kanker (McManus et, al. 2009), meningkatkan sensitivitas insulin pada penderita diabetes, mengurangi peradangan dan menurunkan tekanan darah.

Protein pada ikan mempunyai kualitas yang tinggi yaitu mengandung asam amino yang lengkap (asam amino esensial dan asam amino non esensial). Protein pada ikan mudah dicerna dan diserap oleh tubuh. Protein pada ikan banyak dikonsumsi oleh orang-orang yang mengalami kesulitan atau keterbatasan pencernaan.

3. Vitamin D

Rantai makanan di dalam laut dapat meningkatkan kandungan vitamin D pada hewan laut dan menjadikan makanan yang berasal dari laut mengandung sumber

vitamin D yang terbaik (Lamberg, 2006). Meskipun konsumsi makanan laut bermanfaat dalam meningkatkan kadar vitamin D, pola makan saja tidak akan mampu meningkatkan kadar vitamin D kebutuhan harian yang direkomendasikan untuk vitamin D. Pencegahan kekurangan vitamin D dapat dilakukan dengan pola makan tinggi ikan dan makanan laut.

4. Iodium

Iodium ditemukan pada sebagian besar makanan yang bersumber dari laut, kerang mempunyai kandungan iodium paling tinggi. Ikan dan makanan laut mempunyai kandungan iodium paling tinggi (Gunnarsdottir, 2010).

5. Selenium

Selenium berperan penting dalam tubuh. Selenium mencegah kerusakan sel dan melindungi terhadap stres oksidatif. Selenium banyak ditemukan pada ikan bersirip. Selenium merupakan zat gizi mikro yang dapat ditemukan secara alami dari ikan (Pagua, 2009).

6. Kalsium

Kalsium berperan penting untuk pembentukan dan menjaga tulang dan gigi serta mendukung kesehatan fungsi otot, saraf dan jantung. Kalsium rangka berfungsi sebagai sumber pasokan kalsium untuk fungsi tubuh lainnya seperti jaringan intraseluler, kekurangan kalsium menyebabkan osteoporosis.

Ikan bertulang bertulang seperti sarden dan salmon kalengan sangat kaya akan kalsium. Asupan makanan laut lebih dari 250g per minggu dikaitkan dengan kepadatan mineral tulang yang lebih banyak.

7. Vitamin B

Vitamin B12 penting untuk sintesis DNA, sel darah merah dan fungsi neurologis. Kekurangan vitamin B12 bisa jadi terkait dengan anemia megoblastik, gangguan neurologis, mielopati, gangguan memori, demensia, depresi dan gangguan serebrovaskular. Kebanyakan ikan dan kerang mengandung vitamin B12. Kerang, gurita, tiram, ikan, dan telur ikan merupakan sumber vitamin B12 yang sangat baik.

Asupan ikan dalam makanan telah dikaitkan dengan peningkatan signifikan dalam status B12 plasma. Makanan sumber vitamin B12 berasal dari ikan dan produk susu lebih tersedia secara hayati dibandingkan dari daging dan telur.

8. Vitamin A

Vitamin A berperan penting dalam fungsi penglihatan normal, reproduksi, pertumbuhan tulang, fungsi kekebalan tubuh dan pemeliharaan kesehatan mata, lapisan saluran pernapasan. dan saluran kemih, kulit dan selaput lendir. Ikan dan kerang mengandung vitamin A yang bermanfaat bagi tubuh.

9. Vitamin E

Vitamin E adalah antioksidan yang bermanfaat penting bagi kulit, sistem saraf, jantung, dan sistem peredaran darah. Meskipun kekurangan vitamin E jarang terjadi, berbagai bentuk vitamin E melindungi vitamin A dan C dengan cara mencegah oksidasinya. Sumber vitamin E laut tertinggi adalah minyak ikan.

10. Zink

Meskipun hanya sejumlah kecil elemen penting ini yang dibutuhkan, seng bertindak sebagai katalis untuk lebih dari 100 enzim spesifik diperlukan untuk metabolisme manusia. Zinc berperan dalam pertumbuhan dan perkembangan optimal serta fungsi kekebalan tubuh sistem. Defisiensi seng dapat menyebabkan pertumbuhan terhambat, kerentanan terhadap infeksi, dan kehamilan. Pada saat seng berikatan dengan protein makanan seperti makanan laut, yang merupakan sumber zinc dan protein, kondisi tersebut dapat mengoptimalkan bioavailabilitas zinc dari makanan. Tiram dikenal sebagai salah satu yang terkaya sumber seng alami

11. Zat Besi

Zat besi berperan penting dalam transportasi oksigen ke seluruh tubuh dalam bentuk hemoglobin dan berhubungan dengan pertumbuhan, penyembuhan dan fungsi kekebalan tubuh. Hal ini juga penting untuk produksi

energi dalam sel dan sintesis DNA. Konsumsi makanan laut dapat mencukupi kebutuhan zat besi bagi tubuh. Zat besi dalam bentuk hem dapat ditemukan dari ikan atau *seafood*.

E. Penyimpanan Ikan dan Seafood

Fase *pre rigor* adalah tahapan yang terjadi setelah hewan mati. Pada tahap ini, otot-otot berada dalam keadaan rileks. Artinya, tidak terjadi peralihan antara filamen aktin dan miosin, sehingga jaringan otot tetap halus dan lembut. Proses kimia dan pertumbuhan pada tahap ini sangat lambat. *Rigor mortis* merupakan perubahan postmortem yang terjadi pada otot dan secara langsung mempengaruhi kelembutan daging. Secara fisik, *rigor mortis* merupakan suatu proses dimana tubuh berubah menjadi kaku dan kurang fleksibel. Kekakuan pada jaringan otot disebabkan oleh persilangan filamen aktin dan miosin pada saat kontraksi otot. Durasi *rigor mortis* bervariasi tergantung pada spesies hewan.

Daging kembali menjadi empuk karena tidak ada lagi pembentukan energi (ATP) yang dapat digunakan untuk kontraksi dan persilangan filamen aktin dan miosin. Proses diatas terjadi karena kerusakan struktur jaringan daging dan terpecahnya protein akibat aktivitas enzim proteolitik. Fase ini disebut *post rigor mortis*.

Ikan dan *seafood* merupakan bahan makanan dengan kandungan air yang tinggi sehingga mudah mengalami kerusakan. sangat rentan terhadap kontaminasi bakteri pembusuk, protozoa, jamur, dan serangga, serta penurunan kualitas. Ikan dan seafood sebaiknya disimpan dan diawetkan untuk menjaga kesegaran dan umur simpannya. Produk makanan laut biasanya disimpan dalam lemari es (*cold storage*) atau kotak dengan air dan es. Bahan-bahan laut umumnya diawetkan dengan cara diasinkan untuk mengurangi kadar air dan mencegah pertumbuhan bakteri pembusuk. Untuk mencegah terjadinya kerusakan atau pembusukan pada ikan dilakukan penyimpanan. Metode penyimpanan ikan dan

seafood dapat dilakukan dengan cara iradiasi, penyimpanan beku atau dengan kombinasi.

Iradiasi dapat memperpanjang umur simpan pangan, menjaga mutu, dan menjaga kebersihan pangan. Namun pada prinsipnya iradiasi tidak dimaksudkan untuk sepenuhnya menggantikan metode pengawetan konvensional, melainkan untuk melengkapi atau menggabungkan dengan metode pengawetan lain, misalnya kriopreservasi. Untuk mengurangi dosis radiasi yang digunakan, perlakuan yang menggabungkan iradiasi gamma dengan penyimpanan kriogenik harus dilakukan. Kegagalan menggabungkan perlakuan dengan pendinginan meningkatkan dosis radiasi gamma yang digunakan. Hal ini dapat meningkatkan biaya radiasi yang digunakan. Pembekuan adalah suatu cara mengawetkan makanan dengan cara membekukannya pada suhu di bawah titik beku. Bila disimpan dalam keadaan beku atau ketika es terbentuk (mengurangi kelembaban yang tersedia), maka akan menghambat atau menghentikan aktivitas enzim dan mikroorganisme, mencegah reaksi kimia dan meningkatkan kualitas (rasa dan nilai gizi) bahan makanan dapat dipertahankan. Pembekuan dapat mengurangi jumlah mikroorganisme secara signifikan, namun tidak menghilangkannya dari makanan.

Selama kriopreservasi, air bebas membeku dan membentuk kristal es, merusak sistem koloid protoplasma (misalnya sistem koloid protein) dan menyebabkan denaturasi protein di dalam sel mikroba, sehingga meningkatkan konsentrasi elektrolit di dalam sel mikroba. Kriopreservasi dapat menyebabkan kematian atau kerusakan subletal pada beberapa sel. Sel dengan kerusakan subletal dapat tumbuh dan berkembang biak secara normal bila dikultur dalam media yang kaya nutrisi. Ketahanan sel mikroba terhadap proses pembekuan dipengaruhi oleh kemampuan mikroorganisme untuk tetap hidup selama dehidrasi pada saat media dibekukan.

Kelangsungan hidup mikroorganisme selama penyimpanan beku juga dipengaruhi oleh jenis mikroorganisme, komposisi media penyimpanan, status nutrisi, tahap pertumbuhan mikroorganisme sebelum pembekuan, suhu penyimpanan beku, laju pembekuan, lama penyimpanan pembekuan, dan pencairan. Metode yang digunakan untuk menentukan jumlah sel yang layak dan media yang digunakan

Daging ikan yang tidak segar (busuk) bersifat keras dan tidak kembali ke bentuk semula bila dibengkokkan. Kekerasan ini disebabkan oleh kerusakan parah pada jaringan ikat, kerusakan dinding sel, dan hilangnya kelenturan daging ikan (*autolisis*). *Autolisis* adalah proses perombakan sendiri, yaitu proses perombakan jaringan oleh enzim yang berasal dari produk perikanan tersebut (Nurjanah, dkk. 2004).

DAFTAR PUSTAKA

- Asmawati, Ahmadi1 dan Adi Saputrayadi. (2021). Analisa Penggunaan Formalin sebagai Pengawet Seafood oleh Pedagang di Pasar Tradisional Kota Mataram. *AGRIKAN : Jurnal Agribisnis Perikanan*. Vol. 14 No. 2: 367-375.
- Froese R & Pauly D. Editors. 2013. Fish Base. Worl Wide Web electronic publication. www.fishbase.org.version.
- Gunnarsdottir I, Gunnarsdottir BE, Steingrimsdottir L, Maage A, Johannesson AJ, Thorsdottir I. 2010. Iodine Status Of Adolescent Girls In A Population Changing From High Fish To Lower Fish Consumption. *European Journal of Clinical Nutrition* [serial on the Internet].; Advance online publication
- Lamberg-Allardt C. 2006. Vitamin D in Foods And As Supplements. *Progress in Biophysics and Molecular Biology*. 2006;92(1):33-8
- McManus A, Howieson J, Nicholson C. 2009. Review of literature And Resources Relating To The Health Benefit Of Regular Consumption Of Seafood As A Part Of A Healthy Diet: Centre of Excellence for Science, Seafood and Health, Curtin University.
- Nurjanah, S., Sukarno, dan M. Muldani. 2004. Teknik Penanganan Ikan Basah di Kapal, PPI, dan Tempat Pengolahan. *Buletin THP*. VII(1).
- Pagua M. 2009. The Effect Of Consuming Farmed Salmon Compared To Salmon Oil Capsules On Long Chain Omega 3 Fatty Acid And Selenium Status In Humans. *Massey Research Online* [serial on the Internet].: Available from: <http://muir.massey.ac.nz/handle/10179/1230>
- Ruxton CHS, Calder PC, Reed SC, Simpson MJA. 2005. The Impact Of Long-Chain N-3 Polyunsaturated Fatty Acids On Human Health. *Nutrition Research Reviews*. 2005;18:113-29.

Wibowo, I.R., YS Darmanto., Anggo, A.D. (2014). Pengaruh Cara Kematian Dan Tahapan Penurunan Kesegaran Ikan Terhadap Kualitas Pasta Ikan Nila (*Oreochromis Niloticus*). Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan. Volume 3 Nomor 3, Tahun 2014, Halaman 95-103.

BAB

7

TELUR SEBAGAI BAHAN PANGAN

Diana Nurrohima, S.Gz., M.Gz., Dietisien

A. Pendahuluan

Telur merupakan hasil produksi dari hewan ternak yang menjadi salah satu sumber protein. Kandungan protein telur berguna sebagai zat pembangun bagi tubuh. Selain protein, telur juga mengandung zat gizi lainnya yang bermanfaat untuk kesehatan. Telur memiliki rasa yang nikmat dan memberikan rasa kenyang. Telur sebagai sumber protein sangat baik dan mudah dicerna oleh tubuh. Adapun, telur dapat ditemukan di mana saja, baik di perkampungan maupun di perkotaan dengan harga yang terjangkau. Harga yang relatif terjangkau pada telur dapat menjadi pertimbangan sebagai pilihan alternatif lauk protein hewani bagi masyarakat.

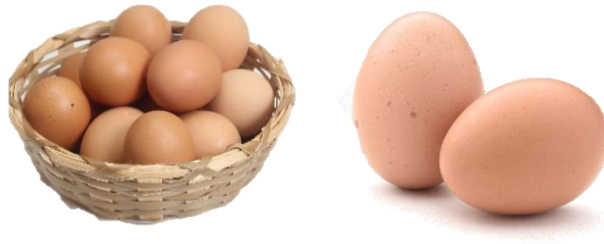
Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS), diketahui produksi telur dari ayam petelur pada tahun 2023 mencapai 6,12 juta ton yang hasil tersebut meningkat dari tahun sebelumnya yaitu tahun 2021 sebesar 5,16 juta ton dan tahun 2022 sebesar 5,56 juta ton. Sementara itu, untuk jumlah rata-rata konsumsi per kapita dalam seminggu pada telur ras/kampung tahun 2023 sebesar 2,21 kg dan jumlah tersebut menurun dibandingkan tahun 2022 yaitu 2,34 kg. Penurunan konsumsi dengan peningkatan produksi perlu diimbangi di masyarakat dengan penyebaran informasi terkait telur agar minat konsumsi protein telur mengalami kenaikan.

B. Macam-Macam Telur

Tidak semua hewan yang memproduksi telur dapat dikonsumsi telurnya, hanya telur dari hewan tertentu saja yang layak dan lazim dikonsumsi. Berikut adalah beberapa contoh macam-macam telur:

1. Telur Ayam Negeri / Ras

Telur yang sering kita jumpai di pasaran dan di kehidupan sehari-hari adalah jenis telur ayam negeri/ ras dengan khas warna cokelat. Telur ayam ras ini berasal dari ayam ras atau ayam petelur yang dipelihara dalam kandang. Telur ini menjadi lauk saat makan, campuran adonan kue dan olahan makanan tradisional maupun modern.



Gambar 7. 1. Telur Ayam Negeri

Telur ayam negeri mengandung berbagai komponen zat gizi. Satu butir telur ayam negeri memiliki berat antara 55-70 g dengan Berat Dapat Dimakan (BDD) adalah 89%. Kandungan gizi pada 100 g telur ayam negeri yaitu energi 154 kkal, protein 12,4 g, lemak 10,8 g, karbohidrat 0,7 g (Tabel 1.1).

2. Telur Ayam Kampung

Telur ayam kampung berasal dari hewan ternak ayam kampung. Ayam kampung adalah ayam yang diketahui sejak ribuan tahun lalu telah mengalami proses domestikasi dan penjinakan oleh manusia dan dibudidayakan hingga saat ini (Adnyana., Dewi and Wirapatha, 2016) Telur ini memiliki ciri berwarna lebih putih dibandingkan telur ayam negeri dan berukuran lebih kecil dengan berat antara 25-35 g per butir dengan BDD 87%.

Kandungan gizi telur ayam kampung diketahui unggul pada kandungan zat besi yang tinggi daripada telur ayam negeri (Tabel 7.1). Hal ini didukung oleh penelitian yang menunjukkan adanya pengaruh signifikan pada peningkatan kadar hemoglobin pada sasaran seperti ibu hamil yang memerlukan zat besi untuk pencegahan anemia (Wulandari, 2021). Selain itu, kandungan vitamin E dan omega-3 lebih banyak dua kali lipat pada telur ayam kampung (Hardianto et al., 2012). Telur ayam kampung selain dimasak, juga dijadikan campuran dalam minuman tradisional seperti Susu Telur Madu Jahe (STMJ).



Gambar 7. 2. Telur Ayam Kampung

3. Telur Puyuh

Telur puyuh adalah hasil dari ternak dari burung puyuh. Telur puyuh memiliki corak hitam pada cangkangnya sebagai tanda khas, berukuran kecil, berat sekitar 10 g per butir, dan BDD telur puyuh adalah 100% (Satria, Harahap and Adelina, 2021). Berat telur puyuh yang kecil sebanding dengan ukuran burung puyuh yang kecil juga dibanding unggas lain seperti ayam dan bebek.

Telur puyuh diketahui memiliki kandungan lemak yang lebih rendah jika dibandingkan dengan jenis telur lainnya, namun tidak kalah unggul dalam kandungan protein dan zat besi. Telur puyuh telah diteliti oleh (Sari, Martanti and Sumarni, 2020) yang menunjukkan bahwa dengan mengkonsumsi telur puyuh dapat mempengaruhi peningkatan kadar hemoglobin remaja berusia 13-15 tahun.

Namun, perlu diketahui bahwa kolesterol dalam telur puyuh mencapai 11,03 g per 100 g dan terbukti menyebabkan kenaikan kadar kolesterol darah apabila dikonsumsi melebihi kebutuhan harian (Sari, Martanti and Sumarni, 2020).



Gambar 7. 3. Telur Puyuh

4. Telur Bebek

Selain telur ayam yang banyak dijumpai di pasaran, telur bebek pun mudah untuk diperoleh dan sering untuk dikonsumsi. Telur bebek memiliki ciri dengan cangkang berwarna biru kehijauan dan ukurannya sedikit lebih besar dibandingkan dengan telur ayam. Berat satu butir telur bebek berkisar 60-70 g dengan BDD 90%.



Gambar 7. 4. Telur Bebek

Ciri lain telur bebek adalah memiliki pori-pori kulit yang lebih besar, sehingga telur bebek mudah untuk mengalami kerusakan. Akibat telur bebek rentan untuk tercemar dan rusak maka seringkali telur bebek diolah menjadi telur asin untuk memperpanjang masa simpan.

Pengolahan tersebut juga meningkatkan kandungan gizi seperti protein dan meningkatkan citarasa menjadi lebih gurih (Nuruzzakiah, Rahmatan and Syafrianti, 2016). Sementara itu, pengolahan telur bebek dapat dikonsumsi sebagai lauk makan atau campuran sebuah makanan seperti martabak telur.

Kandungan gizi lainnya pada telur bebek diketahui kaya akan sumber mineral seperti magnesium, fosfor, natrium, dan selenium dibandingkan telur lainnya (Bebas and Gorda, 2017). Kandungan protein telur bebek lebih banyak pada kuning telurnya yaitu 17%, sementara itu pada putih telur 11%. Kandungan lemak pada telur bebek pun besar sehingga memberikan rasa sedikit berminyak dan gurih ketika dikonsumsi.

5. Telur Angsa

Telur angsa diketahui masih jarang untuk dikonsumsi masyarakat dibandingkan dengan telur ayam. Padahal telur angsa memiliki ukuran yang lebih besar hampir tiga kali lipat dari telur ayam. Hal ini berkaitan dengan kandungan zat gizi pada telur angsa yang juga semakin besar. Telur angsa merupakan sumber karotenoid dan kuning telurnya mengandung tinggi kolesterol, gliserol, dan asam lemak lain (Rizky *et al.*, 2023).



Gambar 7. 5. Telur Angsa

Telur angsa memiliki cangkang berwarna putih seperti telur ayam kampung, cangkang lebih keras, dan rasa lebih kaya. Satu butir telur angsa mempunyai bobot sebesar 140-150 g dengan BDD 87%. Telur angsa cocok untuk digunakan

sebagai bahan campuran pembuatan adonan kue dan makanan asin karena lemaknya yang tinggi sehingga menciptakan rasa gurih.

6. Telur Kalkun

Kalkun adalah unggas yang mempunyai tubuh besar dibandingkan dengan jenis unggas lain seperti ayam, bebek, dan itik. Kalkun memiliki ciri khas pada ekornya yang dapat mekar sempurna yaitu 180 derajat. Kalkun sering dimanfaatkan dagingnya untuk dikonsumsi. Adapun, telur kalkun merupakan salah satu bagian dari hasil ternak kalkun yang dapat dikonsumsi. Ukuran telur kalkun berukuran besar dengan corak putih cokelat dengan cangkang kuat. Berat rata-rata telur kalkun adalah 80 hingga 85 g.



Gambar 7. 6. Telur Kalkun

Telur kalkun masih jarang peminatnya di pasaran karena keberadaan yang tidak mudah ditemukan sebab frekuensi produksi telur kalkun yang rendah (hanya dua telur per minggu) dan banyak pilihan telur unggas lainnya. Selain itu, peternak kalkun lebih memilih untuk menjual daging kalkun. Hal ini berkaitan dengan tingginya biaya produksi ternak kalkun dan menyebabkan harga untuk menjual telur kalkun menjadi lebih mahal yaitu setara dua lusin telur ayam untuk per butirnya. Namun, peminat pada telur kalkun masih ada tetapi tidak sebanyak telur unggas lainnya (Nosowitz, 2016).

Kandungan gizi pada telur kalkun tidak kalah unggul dengan telur unggas lainnya. Kandungan gizi tertinggi pada telur kalkun adalah kolesterol yang mencapai 933,1 mg, selain itu selenium 34,3 mcg, dan vitamin B12 sebesar 1,7 mcg

(USDA, 2018). Telur kalkun juga mengandung asam lemak seperti omega-6 sebanyak 1166 mg per 100 g. Omega-6 bermanfaat bagi perkembangan, pertumbuhan, respon imun, berperan memperbaiki masalah kesehatan seperti diabetes melitus tipe 2, obesitas, dan penyakit jantung koroner (Alagawany *et al.*, 2019).

7. Telur Ikan

Perbandingan ukuran antara telur-telur sebelumnya, telur ikan merupakan telur yang berukuran paling kecil. Telur ikan mengandung kandungan gizi yang bermanfaat bagi kesehatan. Telur ikan kaya akan kandungan protein seperti albumin (1%), ovoglobulin (75%), dan kolagen (13%), lemak (fosfolipid, lemak rantai panjang asam lemak tak jenuh (LCUFA), asam eikosapentanoat (EPA), asam dokosaheksaenoat (DHA) dan mineral. Kandungan pada telur ikan tersebut memberikan manfaat yaitu mengurangi risiko penyakit jantung koroner dan antiinflamasi.

Telur ikan sering kita temukan dalam makanan seperti sushi yang disebut kaviar (berasal dari telur ikan sturgeon (*Acipenser stellatus*)) dan juga telur ikan salmon. Harga jual telur ikan menyesuaikan dengan jenis ikannya, sehingga berbeda antar jenis ikan. Bentuk telur ikan pun berbeda-beda, terdapat telur ikan berbentuk bulat dan ada juga yang bentuk memanjang. Warna telur ikan tergantung pada jenis atau spesies ikan, ditemukan telur ikan berwarna abu-abu muda, abu-abu gelap, hitam, merah-oranye, maupun oranye (Peranginangin, 2008).



Gambar 7. 7. Telur Ikan

Pengolahan telur ikan bukan hanya digunakan pada *topping* sebuah makanan, namun juga ada dilakukan pengawetan dengan penggaraman maupun kombinasi pasteurisasi, dengan larutan garam jenuh dingin, larutan garam jenuh panas dan penekanan/pengepresan, dan pengeringan udara terbuka (Peranginaning, 2008). Selain itu, telur ikan juga diproses dengan pembekuan dan pengalengan agar meningkatkan nilai jual serta mempertahankan kualitasnya.

Pemanfaatan terhadap telur ikan kini dijadikan konsentrat protein telur ikan agar meningkatkan jumlah protein pada pangan yaitu jenis telur ikan seperti telur ikan tuna, ikan kakap merah, telur bandeng, telur ikan tobiko, dan ikan gabus (Yusuf *et al.*, 2019). Telur ikan masih belum sepenuhnya dimaksimalkan penggunaannya sebagai lauk pauk sehari-hari. Padahal telur ikan dapat dimanfaatkan untuk bahan pembuatan Makanan Pengganti Air Susu Ibu (MPASI), biskuit, atau lainnya untuk meningkatkan derajat kesehatan masyarakat dan alternatif protein harian.

8. Telur Kepiting

Telur kepiting dapat dijumpai pada olahan kepiting betina, terkadang telur tersebut tidak dipisahkan dari daging atau cangkang kepiting. Kini permintaan terhadap telur kepiting atau kepiting betina dengan telur mengalami peningkatan sehingga harga jual pun mengalami peningkatan. Telur kepiting diketahui memiliki kandungan protein sebesar 88,6% dan lemak 0,9% (Siahainenia, 2012).



Gambar 7. 8. Telur Kepiting

C. Macam-Macam Telur

Semakin canggih perkembangan teknologi, maka perkembangan macam-macam telur semakin banyak juga ragamnya. Macam-macam telur tersebut yang ditemukan di masyarakat antara lain:

1. Telur Organik

Telur organik kini sering kita jumpai di masyarakat. Hal ini disebabkan tingginya permintaan akan makanan dengan produk organik untuk mendukung hidup yang lebih sehat. Rata-rata produk organik memiliki harga jual lebih tinggi dibandingkan produk non-organik.

Telur ayam organik diperoleh dari ayam yang diberikan pakan atau biji-bijian organik, serta tidak diberi antibiotik maupun vaksin seperti ayam atau unggas pada umumnya. Pakan organik yang diberikan juga bebas dari pestisida maupun bahan kimia yang berbahaya. Selain itu, ayam petelur ini diberikan kebebasan pada ruang gerakannya sehingga mengurangi atau menurunkan tingkat stres yang berdampak pada kualitas telur.

2. Telur Ayam Tanpa Kandang (*Cage-Free Egg*)

Telur jenis ini merupakan telur yang berasal dari ayam petelur yang tidak dipelihara dalam kandang tertutup, namun hidup di perkandangan terbuka. Para ayam masih memiliki lahan untuk berkeliaran dan tempat atau sarang untuk beristirahat juga menaruh telur-telurnya.

3. Telur Ayam Bebas (*Free-Range Eggs*)

Jenis telur ini berasal dari ayam yang bebas berkeliaran tanpa dipelihara di kandang. Telur ayam bebas diketahui memiliki kualitas yang baik karena ayam tersebut tidak mengalami stres, bebas bergerak, dan dapat mencari biji-bijian ataupun serangga untuk dikonsumsi.

4. Telur Omega-3

Telur omega-3 adalah telur ayam yang diperkaya dengan kandungan omega-3. Telur omega-3 terlihat perbedaannya pada kuning telur yang berwarna kemerahan, sementara kuning telur ayam umumnya berwarna kuning.

Harga telur omega-3 pun terbilang lebih mahal dibandingkan harga rata-rata telur ayam negeri. Telur omega-3 ini diyakini dapat meningkatkan perkembangan otak karena manfaat utama dari omega-3 (Muzami, Nurhayati and Martono, 2016).

5. Telur Vitamin K

Telur vitamin K adalah telur yang mendapatkan biofortifikasi dengan vitamin K. Hal ini berkaitan untuk mendukung pemenuhan kecukupan harian vitamin K. Proses pembuatan telur vitamin K ini yaitu dengan pemberian pakan tinggi vitamin K pada ayam petelur. Kandungan vitamin K pada jenis telur ini mencapai dua kali lipat dibandingkan dengan telur ayam negeri. Perubahan fisik pada telur vitamin K dapat dilihat dari meningkatnya warna kuning telur dan cangkang menjadi lebih berat dan tebal (O'Sullivan *et al.*, 2020).

6. Telur Vegetarian

Telur vegetarian tidaklah berbeda dari segi kandungan gizi dengan telur ayam pada umumnya. Telur vegetarian dihasilkan dari ayam yang hanya mengkonsumsi pakan dari tumbuh-tumbuhan atau biji-bijian saja. Perbedaan harga pun tentunya lebih mahal jika dibandingkan telur ayam lain. Hal ini berkaitan dengan perawatan yang lebih khusus untuk menyiapkan pakannya. Telur ini bisa menjadi alternatif protein untuk para vegetarian.

7. Telur Pasteurisasi

Telur pasteurisasi merupakan telur ayam yang mengalami proses pemanasan selama 3,5 menit dengan suhu 60°C. Telur diketahui terpapar bakteri *Salmonella* sehingga dengan adanya proses pemanasan tersebut dapat meminimalisir terjadinya penyakit yang disebabkan oleh makanan. Telur ini sangat dapat dikonsumsi dengan aman oleh ibu hamil, balita, dan anak-anak yang rentan terhadap infeksi dan kekebalannya cukup rendah.

D. Kandungan Gizi Telur

Masing-masing telur memiliki kandungan gizi yang berbeda tergantung jenisnya. Berikut adalah kandungan gizi makro dan mineral pada berbagai macam telur.

Tabel 7. 1. Kandungan Gizi Telur dalam 100 g

Bahan Makanan	E (kkal)	P (g)	L (g)	KH (g)	Ca (mg)	P (mg)	Fe (mg)	Na (mg)	K (mg)
Telur Ayam Negeri 1	154	12,4	10,8	0,7	86	258	3	142	118,5
Telur Ayam Kampung 1	174	10,8	14	1,2	68	268	4,9	190	141
Telur bebek 1	187	10,9	12,4	7,9	64	295	5,4	209	146
Telur puyuh 1	116	10,7	7	1,6	65	191	3,5	111	11
Telur kalkun 2	171	13,7	11,9	1,2	99	170	4,1	151	142
Telur ikan 2.3	398	16,7	34,8	4,5	235	544	25,2	160	190
Telur ikan cakalang 3		20,15	3,39	2,35	2398	70,2	12,7	1075	1503
Telur ikan tongkol 3		18,44	5,68	1,55	2184	55,2	12,51	826	1527
Telur ikan bonito 3		18,16	4,26	2,76	2194	122,2	34,4	768,3	1457

Sumber: ¹ Kementerian Kesehatan Republik Indonesia (2018), ²USDA (2018), ³Thenu (2018)

E. Komponen Telur

Telur unggas mempunyai komponen yang hampir sama yaitu cangkang kulit 10%, kuning telur 30%, dan putih telur 60%. Namun, komponen telur secara rincinya terdiri atas beberapa bagian, antara lain:

1. Kulit atau Cangkang Telur (*Shell*)

Cangkang atau kerabang telur merupakan bagian terluar yang menutupi bagian cair telur (bagian dalam). Cangkang telur memiliki setiap warna telur yang berbeda-beda tergantung jenis unggas atau hewannya. Cangkang berfungsi untuk melindungi telur dari kerusakan fisik dan

biologis, sehingga mempertahankan isi telur agar daya simpannya lebih lama. Selain itu, cangkang telur mempunyai pori-pori yang berperan penting untuk pertukaran gas dari dalam ke luar telur.



Gambar 7. 9. Anatomi Telur Unggas

Sumber: <https://bacamedia.com/wp-content/uploads/2016/06/Struktur-Telur.jpg>

2. Rongga atau Ruang Udara (*Air cell*)

Ruang udara pada telur terdapat di bagian bawah dari telur antara putih telur dan cangkang telur. Ruang ini seiring bertambahnya usia telur akan semakin membesar dan menandakan bahwa kualitas telur semakin turun. Cara mudah memeriksa kualitas telur tersebut adalah dengan merendamnya di air, jika telur melayang maka menunjukkan ruang udara tersebut telah besar dan telur menjadi kurang layak untuk dikonsumsi.

3. Kalaza (*Chalazae*)

Kalaza pada telur terdapat pada bagian tengah atas antara lapisan luar kuning telur dengan membran cangkang. Kalaza berperan untuk mempertahankan posisi kuning telur tetap berada di tengah.

4. Putih Telur (*Egg White*)

Putih telur terdiri dari protein dan air. Putih telur mempunyai beberapa lapisan antara lain putih telur kental (lapisan luar) serta putih telur encer dan tebal (lapisan dalam). Tingkat keasaman putih telur berada di pH 7,6 (alkalis). Putih telur mengandung protein seperti ovalbumin, konalbumin, ovomucoid, lizosim, dan globulin. Protein-protein tersebut selain berperan untuk memenuhi kebutuhan asupan protein, juga mencegah kerusakan telur yang cepat.

5. Kuning Telur (*Yolk*)

Kuning telur merupakan bagian inti dari telur yang berwarna kuning atau kuning kemerahan. Warna kuning telur disebabkan karena adanya kandungan karoten, kriptoxantin, xantofil, dan lutein yang merupakan pigmen warna. Kuning telur memiliki kandungan gizi yang sangat penting untuk kesehatan tubuh. Antara kuning telur dan putih telur terdapat selaput tipis yaitu membran telur atau vaseline yang sifatnya kuat untuk melapisi kuning telur.

F. Kriteria Telur yang Baik

Telur dapat dinyatakan baik apabila secara fisik masih terlihat utuh, namun perlu juga untuk mengetahui kualitas di dalam cangkang telur tersebut. Sesuai dengan ketentuan SNI 01-3926-2008 terkait telur baik dan segar diketahui memiliki kualitas rongga atau ruang udara yang lebih kecil. Kategori untuk rongga udara antara lain terbagi atas mutu I (rongga udara 0,5 cm), mutu II (rongga udara 0,5 – 0,9 cm), dan mutu III (rongga udara 1 cm dan/ atau lebih). Mutu telur secara lengkap dapat dilihat pada tabel berikut ini.

**Tabel 7. 2. Mutu Telur Berdasarkan Standar Nasional
Indonesia (SNI) 01-3926-2008**

No	Faktor Mutu	Tingkat Mutu		
		I	II	III
1	Kondisi Cangkang • Bentuk • Kehalusan • Ketebalan • Keutuhan • Kebersihan	Normal Halus Tebal Utuh Bersih	Normal Halus Sedang Utuh Noda kotor sedikit	Abnormal Sedikit kasar Tipis Utuh Banyak noda, sedikit kotor
2	Kondisi ruang udara • Kedalaman kantong udara • Kebebasan bergerak	<0,5 cm Tetap di tempat	0,5 - 0,9 cm Bebas bergerak	>0,9 cm Bebas bergerak dan ada gelembung udara
3	Kondisi putih telur • Kebersihan • Kekentalan	Bebas bercak darah atau benda asing Kental	Bebas bercak darah atau benda asing Sedikit encer	Ada sedikit bercak darah, tidak ada benda asing Encer, kuning telur masih utuh tidak tercampur

No	Faktor Mutu	Tingkat Mutu		
		I	II	III
	Indeks	0,134-0,175	0,092-0,133	dengan putih telur 0,050- 0,091
4	Kondisi kuning telur - Bentuk - Posisi - Penampakan - Kebersihan - Indeks	Bulat Ditengah Tidak jelas Bersih 0,458 – 0,521	Agak pipih Sedikit bergeser ditengah Agak jelas Bersih 0,394 – 0,457	Pipih Agak dipinggir Jelas Ada sedikit bercak darah 0,330 – 0,393
5	Bau	Khas	Khas	Khas
6	<i>Haugh Unit</i> (HU)	≥ 72	62 – 72	≤ 60

Sumber: Badan Standardisasi Nasional (2008)

Adapun selain rongga/ruang udara, perlu diperhatikan pula terkait bagian kuning telur dan putih telur. Kategori kualitas telur berdasarkan ketebalan atau kepadatan putih telur terbagi menjadi empat tingkatan menurut United State Department of Agriculture (USDA), yaitu:

1. Kualitas AA (Sangat Baik), dengan tinggi HU > 72
2. Kualitas A (Baik), dengan tinggi HU 60 – 71
3. Kualitas B (Cukup Baik), dengan tinggi HU 31 – 59
4. Kualitas C (Buruk), dengan tinggi HU < 31

DAFTAR PUSTAKA

- Adnyana., K.B., Dewi, G.A.M.K. and Wirapartha, M. (2016) 'Pengaruh Lama Penyimpanan Terhadap Kualitas Telur Ayam Kampung Dari Kelompok Peternak Ayam Buras Mertasari Di Kecamatan Abiansema Kabupaten Badung', *Journal of Tropical Animal Science*, 4(3), pp. 506–518.
- Alagawany, M., Elnesr, S.S., Farag, M.R., Abd El-Hack, M.E., Khafaga, A.F., Taha, A.E., Tiwari, R., Yatoo, Mohd.I., Bhatt, P., Khurana, S.K. and Dhama, K. (2019) 'Omega-3 and Omega-6 Fatty Acids in Poultry Nutrition: Effect on Production Performance and Health', *Animals*, 9(8), p. 573. Available at: <https://doi.org/10.3390/ani9080573>.
- Badan Standardisasi Nasional (2008) *Telur Ayam Konsumsi (SNI 3926:2008)*. Jakarta.
- Bebas, W. and Gorda, W. (2017) 'Penambahan Astaxanthin pada Pengencer Kuning Telur Berbagai Jenis Unggas Dapat Memproteksi Semen Babi Selama Penyimpanan', *Jurnal Veteriner*, 17(4), pp. 484–491. Available at: <https://doi.org/10.19087/jveteriner.2016.17.4.484>.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia (2018) *Data Komposisi Pangan Indonesia (DKPI)*. Available at: <http://panganku.org/> (Accessed: 1 January 2024).
- Muzami, A., Nurhayati, O.D. and Martono, K.T. (2016) 'Aplikasi Identifikasi Citra Telur Ayam Omega-3 Dengan Metode Segmentasi Region Of Interest Berbasis Android', *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, 4(2), p. 380. Available at: <https://doi.org/10.14710/jtsiskom.4.2.2016.380-388>.
- Nosowitz, D. (2016) *Why Don't We Eat Turkey Eggs?*, Modern Farmer.

- Nuruzzakiah, Rahmatan, H. and Syafrianti, D. (2016) 'Pengaruh Konsentrasi Garam Terhadap Kadar Protein dan Kualitas Organoleptik Telur Bebek', *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pendidikan Biologi*, 1(1).
- O'Sullivan, S.M., E. Ball, M.E., McDonald, E., Hull, G.L.J., Danaher, M. and Cashman, K.D. (2020) 'Biofortification of Chicken Eggs with Vitamin K—Nutritional and Quality Improvements', *Foods*, 9(11), p. 1619. Available at: <https://doi.org/10.3390/foods9111619>.
- Peranginangin, R. (2008) 'Teknologi Pengolahan Telur Ikan', *Squalen*, 3(1), pp. 24–33.
- Rizky, D.K., Ridlo, M.R., Khotimah, A.K. and Bidaraswati, A. (2023) 'Review Jurnal: Efektivitas Penggunaan Kuning Telur Berbagai Jenis Unggas Sebagai Pengencer Semen pada Ternak', *Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Peternakan*, 26(2), pp. 150–162.
- Sari, I.P., Martanti, L.E. and Sumarni, S. (2020) 'Pengaruh Konsumsi Telur Puyuh Terhadap Kadar Hemoglobin Dan Kolesterol Pada Remaja Umur 13-15 Tahun', *Jurnal Vokasi Kesehatan*, 6(1), p. 35. Available at: <https://doi.org/10.30602/jvk.v6i1.309>.
- Satria, W., Harahap, A.E. and Adelina, T. (2021) 'Kualitas Telur Puyuh yang Diberikan Ransum dengan Penambahan Silase Tepung Daun Ubi Kayu', *Jurnal Sain Peternakan Indonesia*, 16(1), pp. 26–33. Available at: <https://doi.org/10.31186/jspi.id.16.1.26-33>.
- Siahainenia, L. (2012) 'Musim Dan Puncak Musim Reproduksi Kepiting Bakau *Scylla Serrata* Pada Ekosistem Mangrove Desa Waiheru Teluk Ambon Dalam', *Jurnal TRITON*, 8(2), pp. 36–43.

Thenu, J.L. (2018) *Telur Ikan: Komposisi Gizi, Sumber Angiotensin Converting Enzyme Inhibitory Dan Potensinya Sebagai Antihipertensi*. Karya Tulis Ilmiah. Balai Pelatihan dan Penyuluhan Perikanan Ambon.

U.S. Department of Agriculture (2018) Food Data Central.

Wulandari, S. (2021) 'Pengaruh Konsumsi Telur Ayam Kampung Rebus terhadap Perubahan Kadar Hemoglobin pada Ibu Hamil Trimester III di Kediri', *Jurnal Bidan Komunitas*, 4(1), pp. 17-24. Available at: <https://doi.org/10.33085/jbk.v4i1.4738>.

Yusuf, M., Attahmid, N.F.U., Saleh, R. and Pabbenteng, P. (2019) 'Karakterisasi Telur Ikan Terbang (Tobiko) Sumber Polyunsaturated Fatty Acids Sebagai Pangan Fungsional', *Jurnal Galung Tropika*, 8(3), pp. 156-167. Available at: <https://doi.org/10.31850/jgt.v8i3.419>.

BAB 8

SUSU SEBAGAI BAHAN PANGAN

Yasinta Nofia, S.Gz., M.Gz.

A. Pendahuluan

Susu adalah bahan pangan yang memiliki nutrisi lengkap yang dihasilkan melalui pemerahan hewan seperti sapi, kambing, kerbau, unta, dan lainnya. Selain dari hewan, susu juga dapat diperoleh dari beberapa jenis tumbuhan dengan kandungan gizi yang tidak jauh berbeda dengan susu yang berasal dari hewani (Sholikhah *et al.*, 2021; Sari, 2023).

Kandungan gizi yang terdapat dalam susu di antaranya protein, laktosa, karbohidrat, kalsium, fosfor, zat besi, vitamin B yang sangat dibutuhkan oleh tubuh. Selain kandungan makronutrien dan mikronutrien, susu dan hasil olahannya memiliki komponen bioaktif yang mempunyai fungsi fisiologis tertentu sehingga berguna bagi kesehatan yang sering disebut sebagai pangan fungsional. Komponen bioaktif pada susu dan hasil olahannya yaitu bioaktif peptida, prebiotik, probiotik, *conjugated linoleic acid* (CLA), dan komponen bioaktif lainnya (Suciati and Safitri, 2021).

Menurut data Badan Pusat Statistik (BPS) pada tahun 2020, konsumsi susu rata-rata di Indonesia adalah 16,27 kg perkapita pertahun. Di mana berdasarkan Organisasi Pangan dan Pertanian Perserikatan Bangsa-bangsa (FAO) konsumsi susu di Indonesia tersebut masih termasuk kategori yang rendah karena kurang dari 30 kg perkapita pertahun (Badan Pusat Statistik, 2021; FAO, 2021).

Penyebab kurangnya konsumsi susu tersebut akibat kurangnya pemenuhan kebutuhan susu karena kurangnya jumlah sapi perah. Selain itu, adanya intoleransi laktosa karena produksi enzim laktase yang kurang sehingga tidak mampu mencerna laktosa. Diare dan perut kembung merupakan gejala yang ditimbulkan akibat mengonsumsi makanan dan minuman yang mengandung laktosa (Susilawati, Putranto and Khairani, 2021).

B. Jenis-Jenis Susu

1. Susu Murni/ Segar

Susu murni/segar yaitu susu yang langsung diperoleh dari hewan seperti sapi, kerbau maupun kambing serta tidak melalui proses apapun. Sebelum mengonsumsi susu segar sebaiknya direbus terlebih dahulu karena terdapat kuman atau bakteri yang terdapat dari hewan tersebut atau dari alat yang digunakan untuk menampung susu itu sendiri. Kandungan lemak dalam susu ini sebanyak 3,25% sehingga susu murni memiliki kandungan kolesterol yang tinggi dari susu lainnya (Syamsidah and Suryani, 2018; Sari, 2023).

2. Susu *Full Cream*

Susu *full cream* yaitu susu murni yang telah melalui proses pasteurisasi, sehingga menambah cita rasa pada susu menjadi lebih gurih, *creamy*, dan memiliki tekstur yang kental. Proses pasteurisasi tersebut yang membuat susu ini menjadi lebih kental dimana kadar air dalam susu dikurangi. Walaupun telah mengalami proses pasteurisasi kadar lemak dalam susu tidak berkurang, sehingga kandungan kalori pada susu *full cream* ini sebanyak 150 kkal per porsinya (tinggi) dua kali lipat dibandingkan pada susu skim.

3. Susu Skim

Susu skim yaitu susu yang memiliki kandungan lemak paling rendah sehingga sering disebut *zero fat milk*. Kandungan lemaknya sebanyak 0,15% sehingga tekstur susu skim ini lebih cair dibandingkan susu biasa.

4. Susu UHT

Susu ultra suhu tinggi (UHT) merupakan susu yang dipanaskan selama 2-5 detik pada suhu 135°C-145°C. Proses ini bertujuan untuk menghancurkan mikroorganisme yang berbahaya pada produk susu sapi. Selain itu, proses itu dapat memperpanjang waktu simpan sekitar 6-12 bulan selama tidak terkena sinar matahari dan udara, namun jika kemasan sudah terbuka waktu simpannya menjadi lebih pendek yaitu 3-4 hari saja (Sari, 2023).

5. Susu Pasteurisasi

Susu pasteurisasi yaitu susu yang telah melewati proses pemanasan dengan suhu 72°C selama 15 detik atau dengan pemanasan pada temperatur 60-63°C selama 30 menit, kemudian disimpan pada kulkas dengan suhu 10°C. Pada proses pasteurisasi, bakteri non patogen (termasuk bakteri pembusuk) tidak dapat dimatikan tetapi pada suhu 3°C-10°C mikroba pembusuk tidak dapat tumbuh dan berkembang (Wardana, 2012; Sabil, 2015).

6. Susu Evaporasi

Susu jenis ini adalah susu kental dengan rasa tawar dimana kandungan airnya sangat sedikit karena mengalami penguapan. Seperti halnya dengan proses pasteurisasi, proses ini tidak mengurangi kandungan gizi pada susu. Kadar air yang lebih sedikit ini mampu memperpanjang masa simpan serta tidak mudah rusak (berbau). Susu ini dapat digunakan sebagai campuran minuman untuk krim atau sebagai pengganti susu kental manis (Sari, 2023).

7. Susu Kental Manis

Susu kental manis yaitu susu yang memiliki proses yang sama seperti susu evaporasi yaitu penguapan tetapi pada susu jenis ini ditambahkan gula yang banyak dengan tujuan sebagai pengawet sebanyak 40% (Syamsidah and Suryani, 2018). Jenis susu ini sering ditambahkan vitamin dan juga lemak nabati. Susu ini memiliki tekstur yang kental dan sangat manis rasanya sehingga tidak dianjurkan untuk

dikonsumsi sehari-hari karena rendah akan zat gizi (Sari, 2023).

8. Susu Bubuk

Susu bubuk yaitu susu yang telah melalui proses pengeringan yang menyebabkan kadar udara pada susu tersebut tersisa sekitar 9%. Peningkatan kualitas susu ini biasanya ditambahkan dengan vitamin ataupun mineral. Susu ini paling banyak ditemukan dipasaran dan tersedia sesuai dengan peruntukannya seperti susu bagi ibu hamil dan menyusui, bagi anak balita, serta susu khusus untuk berbagai penyakit dan lainnya.

9. Susu Rendah Lemak

Susu rendah lemak adalah susu yang mempunyai kadar lemak jenuh yang jauh lebih sedikit (1%) tetapi kandungan kalori serta vitaminnya sama dengan susu kurang lemak.

10. Susu Bebas Laktosa

Laktosa merupakan gula yang terdapat di dalam susu. Tubuh manusia membutuhkan enzim laktase untuk memecahkan laktosa. Saat enzim laktase tidak tercukupi, maka laktosa akan mengendap dan berfermentasi pada usus sehingga menyebabkan masalah pencernaan. Sebagian orang yang memiliki toleransi terhadap laktosa yang rendah perlu menghindari mengonsumsi susu dan produk turunannya. Saat ini, tersedia susu bebas laktosa sehingga bagi penderita intoleran dapat mengonsumsi susu ini (Sari, 2023).

C. Kandungan Gizi Susu

Zat gizi yang terdapat dalam susu sapi sangat beragam tergantung pada jenis pakan, jenis sapi, dan lain-lain. Namun, rata-rata kandungan zat gizi yang terdapat pada susu yaitu lemak sebanyak 3,9% lemak (3,9 dalam 100 ml), 3% protein, dan 4,8% laktosa serta vitamin dan mineral.

1. Lemak Susu

Lipid atau lemak yang terdapat pada susu berbentuk jutaan bola kecil yang memiliki diameter antara 1-20 mikron dengan diameter rata-rata yaitu 3 mikron. Sebanyak 98-99% lemak susu merupakan trigliserida yang mana tiga molekul asam lemak diesterifikasikan dengan gliserol. Lemak susu memiliki komponen zat gizi mikro di antaranya adalah tokoferol (vitamin E), karoten, vitamin A, vitamin D, sterol, dan fosfolipid.

2. Protein Susu

Protein susu terdiri dari dua kelompok utama yakni *casein* (dapat diendapkan oleh asam serta enzim renin), *whey* (mampu mengalami denaturasi oleh panas dengan susu 65°C). *Casein* kalsium merupakan bentuk dari *casein* yang merupakan senyawa kompleks yang terdapat pada kalsium fosfat serta yang berbentuk partikel-partikel kompleks koloid yang disebut dengan *micelles*. *Casein* terdiri dari tiga campuran yang disebut *casein* alpha (40%-60% dari jumlah protein susu), beta (20%-30%), serta gamma (3%-7%). Apabila lipid serta *casein* ditiadakan/dihilangkan dari susu cair, maka yang tersisa yaitu protein *whey* yaitu sekitar 0,5-0,7% (laktalbumin dan laktoglobulin).

3. Laktosa

Karbohidrat yang paling utama di dalam susu disebut dengan laktosa. Laktosa disakarida yang tersusun oleh glukosa dan juga galaktosa. Laktosa dapat dengan mudah dicerna karena adanya enzim laktase dan β -galaktosidase (Hardinsyah *et al.*, 2019).

4. Mineral

Terdapat berbagai macam mineral yang terkandung di dalam susu. Di mana mineral yang paling besar yaitu kalium sebesar 0,140%. Mineral lainnya seperti kalsium sebanyak 0,125%, chlorine sebanyak 0,103%, fosfor sebanyak 0,096%, sodium sebanyak 0,056%, magnesium sebanyak 0,012%, dan sulfur sebanyak 0,025% (Buckle *et al.*, 2010).

5. Vitamin

Vitamin yang terdapat dalam susu ada dua yakni vitamin yang larut dalam air (vitamin B dan vitamin C) dan vitamin yang larut dalam lemak (vitamin A, D, dan E), tetapi vitamin C akan mudah rusak saat proses pemanasan seperti pada proses pasteurisasi. Selain vitamin, terdapat juga beberapa enzim yang terdapat dalam susu yaitu lipase, fosfatase, katalase, peroksidase, protease, amilase, dan laktase. Enzim yang menyebabkan kerusakan yaitu enzim lipase, sedangkan enzim fosfatase dan peroksidase berguna sebagai indikator perlakuan panas (Hardinsyah *et al.*, 2019).

D. Manfaat Susu

Kandungan gizi yang ada di dalam susu mempunyai banyak manfaat untuk tubuh kita. Berikut berbagai macam manfaat susu bagi kesehatan tubuh:

1. Kandungan asam amino dalam susu yang berguna dalam proses pertumbuhan.
2. Vitamin D pada susu dapat memenuhi sebesar dua-pertiga vitamin D yang berasal dari makanan.
3. Kalsium pada susu mampu menurunkan *de novo* lipogenesis dan peningkatan lipogenesis dengan menekan 1,25 dihydroxyvitamin D serta sekresi hormon parathyroid atau hormon calcitropic. Kalsium juga dapat mencegah penyusutan tulang, patah tulang serta mampu menambahkan kekuatan tulang.
4. Dapat mencegah osteoporosis, menjaga kekuatan tulang, dan meningkatkan pertumbuhan tulang pada anak-anak.
5. Susu dan produk susu dikaitkan dengan pangan yang dapat menyebabkan *thermogenesis* (*diet-induce thermogenesis*) dan menunda rasa lapar (kenyang lebih lama).
6. Susu dapat meningkatkan kecerdasan terutama fungsi kognitif pada anak dan juga pada orang dewasa.
7. Kandungan seng pada susu dapat mempercepat penyembuhan luka.

8. Bermanfaat dalam menetralkan racun dari bahan makanan yang dikonsumsi (timah, logam, ataupun kadmium).
9. Tyrosin yang terdapat dalam susu mampu meningkatkan hormon kegembiraan.
10. Penyakit Diabetes Melitus Tipe 2 dapat dicegah dengan mengonsumsi susu.
11. Konsumsi susu dan produk olahan susu mampu mengurangi risiko penyakit kardiovaskuler.
12. Vitamin B12 yang terdapat pada susu dapat meningkatkan ketajaman penglihatan.
13. Magnesium dalam susu berguna mencegah kelelahan pada jantung dan sistem saraf.
14. Vitamin A, zat besi, serta tembaga yang terdapat dalam susu mampu meningkatkan efisiensi kerja pada otak besar (Dharmayanti, 2013; Hardinsyah et al., 2019).
15. Mengonsumsi susu bagus bagi penderita anemia, dapat mencegah gondok, menjaga kesehatan pada kulit, sebagai cadangan energi, pertumbuhan kanker usus besar dapat dicegah, serta dapat mencegah risiko kanker payudara pada wanita (Hariono et al., 2021).

E. Kriteria Susu yang Baik

Susu dinyatakan steril apabila masih ada di dalam kelenjar susu, tetapi jika sudah terkena udara kesterilan susu tidak dapat dijamin. Syarat susu yang baik dapat dilihat dari berbagai macam faktor di antaranya adalah warna pada susu, bau, rasa, berat jenis, tingkat keasaman, titik didih, titik beku, serta kekentalan/viskositas.

Warna pada susu dapat berbeda tergantung beberapa faktor seperti jenis hewan/ternak dan pakan yang diberikan. Susu yang normal biasanya berwarna putih kebiruan sampai putih kuning keemasan. Warna putih pada susu berasal dari hasil dispersi cahaya butiran-butiran lemak, protein, dan mineral yang ada di dalam susu. Sedangkan warna kuning disebabkan oleh adanya lemak dan beta karoten yang larut.

Warna biru pada susu akan muncul apabila kandungan lemak dalam susu diambil.

Susu segar memiliki warna putih kekuning-kuningan, susu bersih dari kotoran atau berbau room, tutup botol memiliki banderol, susu tidak mengandung campuran dengan bahan lain, saat dibuang dari gelas terlihat berkas keputih-putihan.

Rasa susu gurih (ada rasa manis dan juga asin). Hal tersebut disebabkan oleh kandungan laktosa serta garam mineral yang terdapat dalam susu. Sifat pada lemak susu yang sangat mudah menyerap bau di sekitarnya dapat menyebabkan bau susu dengan mudah berubah dari bau yang sedap menjadi bau yang sangat tidak sedap. Warna, bau, dan rasa susu sapi dapat berubah jika terkontaminasi oleh benda asing seperti residu obat ataupun antibiotik.

Berat jenis susu yaitu 1028 kg/l. Berat jenis susu dapat berubah-ubah sehingga penetapan berat jenisnya perlu dilakukan tiga jam sesudah susu telah diperah. Hal tersebut dipengaruhi oleh keadaan lemak susu yang berubah atau disebabkan oleh gas yang terdapat pada susu. Berdasarkan SNI 3131.1.2011 mutu syarat susu segar adalah pH 6,3-6,8, berat jenis 1027-1028 g/cm, dan TPC maksimal 106 cfu/ml (Badan Standar Nasional, 2011; Navyanti and Adriyani, 2016; Syamsidah and Suryani, 2018).

F. Cara Penyimpanan Susu

Susu dan produk susu lainnya merupakan bahan pangan hewani yang sangat mudah rusak (termasuk dalam pangan *the most perishable food*), sehingga perlu diketahui cara penyimpanan susu dan produk olahannya secara benar. Berikut merupakan cara penyimpanan susu serta produk olahannya:

1. Susu disimpan dalam keadaan yang tertutup rapat dan di simpan di dalam kulkas pada suhu 10C sampai 40C. Susu diletakkan di tengah kulkas supaya suhu dapat tetap stabil bukan diletakkan pada pintu kulkas.

2. Jika susu dalam jumlah yang banyak, susu dimasukkan dalam wadah atau tempat yang ditutup dengan rapat kemudian disimpan di kulkas dengan suhu 100C sampai 150C.
3. Susu cair pada kemasan yang sudah terbuka sebaiknya dikonsumsi pada saat itu juga. Kebiasaan seperti menuang susu kemudian meletakkan kembali ke dalam kulkas selama berhari-hari dapat membuat susu menjadi rusak akibat terkontaminasi bakteri sehingga rasa susu menjadi lebih asam apabila dikonsumsi lagi.
4. Susu kental manis yang kemasannya telah dibuka dapat disimpan di lemari es namun harus dipastikan tidak mengonsumsi kembali dalam 8 sampai 20 hari selanjutnya (Syamsidah and Suryani, 2018).
5. Hindari menyimpan susu pada tempat yang secara langsung terpapar sinar matahari sehingga kandungan gizinya tidak berkurang.
6. Susu bubuk disimpan pada tempat yang kering dan sejuk.
7. Jangan menyimpan susu bubuk pada kulkas atau pada tempat yang lembab karena bisa menggumpal.
8. Tidak memindahkan susu cair maupun susu bubuk dari kemasan aslinya untuk di simpan dalam kulkas.
9. Jika susu bubuk sudah dicampur air cara penyimpanannya sama dengan susu cair biasa (Nestle Indonesia, 2022).

G. Hasil Olahan Susu

1. Keju

Keju adalah produk olahan susu yang terbuat dari dadih susu yang telah dipisahkan, kemudian diperoleh dengan penggumpalan bagian *casein* dari susu dan juga susu skim. Penggumpalan tersebut terjadi karena terdapat enzim *rennet* (ataupun enzim lainnya yang cocok) atau dengan peningkatan keasaman pada susu pada proses fermentasi asam laktat ataupun menggunakan kedua teknik tersebut (kombinasi) (Hardinsyah *et al.*, 2019).

Proses pembuatan keju yaitu dengan mengubah susu menjadi bahan pangan yang lebih padat, tidak mudah rusak, dan lebih bergizi. Bakteri asam laktat *Lactobacillus bulgaricus* serta *Streptococcus thermophilus* digunakan pada proses fermentasi keju (Hardinsyah *et al.*, 2019; Sari, 2023).

2. Yogurt

Yogurt adalah salah satu produk olahan susu yang mengalami fermentasi. Cara pembuatannya yaitu susu yang akan difermentasi dipanaskan dengan suhu mencapai 90°C dalam waktu 15-30 menit, setelah itu didinginkan pada suhu 43°C. Kemudian susu diinokulasikan dengan 2% campuran bakteri *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus* kemudian pada suhu 43°C dibiarkan selama kurang lebih 3 jam sampai keasaman yang diinginkan tercapai kira-kira 0,85-0,95% dengan pH 4,0-4,5 (Hardinsyah *et al.*, 2019). Bakteri hidup yang terdapat pada yogurt merupakan probiotik yang mana bermanfaat untuk mikroflora yang terdapat pada saluran cerna. Dengan bantuan bakteri asam laktat yang terdapat pada yogurt laktosa dapat diuraikan menjadi monosakarida sehingga cocok bagi penderita intoleransi laktosa (Sari, 2023).

3. Kefir

Kefir merupakan produk olahan susu yang diperoleh melalui fermentasi laktosa dalam susu oleh bakteri dan ragi yang secara alami ada dalam biji kefir. Fermentasi kefir dilakukan selama 24 jam pada suhu kamar dalam kulit kambing, pot tanah liat, atau ember kayu. Susu ruminansia (sapi, kambing, domba, unta, atau kerbau) digunakan sebagai substrat fermentasi, di mana pada akhir prosedur ini kefir diisolasi dari biji-bijian dengan cara mengeluarkan minumannya (Singh and Shah, 2017).

Manfaat kefir untuk kesehatan yaitu menurunkan berat badan, peningkatan daya tahan tubuh, mencegah kanker, peningkatan kekuatan tulang, dan mengurangi intoleransi laktosa (Sari, 2023).

4. Es Krim

Es krim adalah produk olahan susu yang beku, terbuat dari krim serta gula, dengan ataupun tanpa menambahkan rasa alami dan mengandung kurang lebih 14% lemak susu. Untuk es krim buah-buahan dan kacang kandungan lemak susu kurang lebih 12% (Hardinsyah *et al.*, 2019).

5. Dali

Dali adalah olahan susu tradisional berbentuk seperti gumpalan protein dengan tekstur lemak mirip seperti tahu dan dibuat dari susu kerbau. Bahan penggumpal yang digunakan yaitu buah pepaya dengan konsentrasi 0,4%. Dali dapat bertahan selama 3 hari pada suhu kamar jika ditambahkan dengan garam dan pengemasan dengan plastik propelin atau aluminium foil. Pengolahan dadi dari susu kerbau masih sangat tradisional sehingga masih belum memperhatikan sanitasi dan higienis untuk mendapatkan produk yang bermutu (Resnawati, 2020).

H. Komponen Bioaktif dalam Produk Susu dan Turunannya

1. Probiotik

Probiotik merupakan mikroorganisme yang hidup dan mampu bertahan lewat bagian atas pencernaan, lingkungan yang asam pada lambung, serta berkoloni pada usus sehingga bisa menyeimbangkan mikroflora di dalam pencernaan. Beberapa probiotik merupakan bakteri asam laktat di antaranya *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, dan beberapa *Streptococcus*. Manfaat probiotik yaitu dapat menstimulasi sistem imun, mengatasi gastroenteritis, menurunkan kolesterol, mengurangi risiko kanker kolon, dapat memberikan keuntungan kesehatan untuk inangnya, dan dermatitis atopik pada anak dapat dicegah (Antarini, 2011).

Probiotik ditemukan dalam pangan fermentasi yang terkandung bakteri asam laktat, meskipun tidak semuanya mengandung probiotik. Bahan pangan yang mengandung probiotik yaitu susu, susu yang difermentasikan, dan yogurt. Studi klinis membuktikan bahwa terdapat probiotik yang

memberikan efek positif untuk penyakit gastrointestinal, inflamasi usus, diare dan penyakit alergi, mampu menekan risiko obesitas, sindrom resistensi pada insulin, dan diabetes melitus tipe 2 (Markowiak and Ślizewska, 2017).

2. Prebiotik

Prebiotik adalah pangan yang tidak tercerna serta berdampak baik bagi inang/*host* dengan cara menstimulasi aktivitas, pertumbuhan yang selektif atau keduanya pada satu jenis ataupun lebih mikroorganisme penghuni kolon. Selain itu, prebiotik juga dapat digunakan sebagai alternatif probiotik maupun pendukung untuk probiotik (Markowiak and Ślizewska, 2017; Suciati and Safitri, 2021). Bahan pangan seperti susu bubuk dapat ditambahkan dengan prebiotik. Selain itu, prebiotik yang alamiah dapat ditemukan pada asparagus, bawang putih, bit, gandum, madu, tomat, dan lainnya (Antarini, 2011; Davani-Davari *et al.*, 2019).

3. Sinbiotik

Kombinasi yang seimbang antara probiotik dan prebiotik sehingga dapat memberikan dukungan pertumbuhan bakteri yang menguntungkan pada saluran cerna dari makhluk hidup disebut dengan sinbiotik. Dalam susu fermentasi terdapat probiotik hidup yang mampu memberikan efek yang positif (terapeutik) apabila jumlah selnya sebanyak $20\text{-}30 \times 10^8$ cfu/ml (Antarini, 2011). Yogurt sinbiotik merupakan salah satu contoh produk pangan sinbiotik, dimana inulin yang sudah diekstrak dari akar jombang dapat membuat pertumbuhan dari bakteri *Lactobacillus* dan juga *Bifidobacterium bifidum* lebih meningkat (Indriyanti *et al.*, 2015).

4. Peptida Bioaktif

Peptida bioaktif adalah jenis peptida yang disusun dari komponen asam amino yang mempunyai serta menunjukkan sifat-sifat yang spesifik. Peptida bioaktif dihasilkan hidrolisis enzimatis, proses pengolahan panas (panas dan kondisi alkali) serta degradasi proteolitik oleh mikroorganisme. Asam amino yang terdapat dalam susu sudah teridentifikasi

terdapat peptida bioaktif, di mana peptida susu adalah bahan yang baik sehingga mampu memberikan efek yang positif dalam peningkatan kesehatan. Contohnya adalah peptida susu Laktoferin B serta Lactoferin (f 17-41) yang didapat oleh pepsin dan mempunyai kemampuan sebagai antimikroba (Park and Nam, 2015; Mohanty *et al.*, 2016).

5. *Conjugated Linoleic Acid (CLA)*

Conjugated Linoleic Acid (CLA), Linoleat (Omega-3), dan linoleat terkonjugasi terdapat banyak pada bahan pangan hewani. Fungsi CLA yaitu kadar kolesterol dapat diturunkan sehingga mampu mencegah serta mengobati penyakit kardiovaskular. Selain itu, CLA berguna dalam penanganan kanker (anti kanker) dan antiaterogenik. CLA terdapat secara alami pada produk susu dan turunannya serta pada lemak hewan ruminansia. Kefir merupakan produk susu yang mengandung CLA yang dapat menurunkan kadar trigliserida. Hasil metabolit dari susu yang telah difermentasi disebut juga dengan CLA karena terjadi peningkatan lipolisis serta beta oksidasi pada asam lemak sehingga dapat mengurangi trigliserida yang terbentuk (Putri Sari and Pramono, 2012).

DAFTAR PUSTAKA

- Antarini, A.A.N. (2011) 'Sinbiotik antara Prebiotik dan Probiotik', *Jurnal Ilmu Gizi*, 2(2), pp. 148-155.
- Badan Pusat Statistik (2021) *Pengeluaran Untuk Konsumsi Penduduk Indonesia*, Badan Pusat Statistik. Badan Pusat Statistik.
- Badan Standar Nasional (2011) SNI 3141.1:2011 Tentang Syarat Mutu Susu Segar. Jakarta.
- Buckle, K.A. et al. (2010) *Ilmu Pangan*. Jakarta: Universitas Indonesia (UI-Press).
- Davani-Davari, D. et al. (2019) 'Prebiotics: Definition, Types, Sources, Mechanisms, and Clinical Applications', *Foods*, 8(3), p. 92. Available at: <https://doi.org/10.3390/foods8030092>.
- Dharmayanti, L. (2013) 'Pengetahuan Bahan Makanan 2', Depok. Direktorat Pembina SMK [Preprint].
- Food and Organization, A. of and (FAO) and U.N (2021) *Milk and Milk Product*.
- Hardinsyah et al. (2019) *Peran dan Manfaat Susu*. Bogor: Pergizi Pangan Indonesia.
- Hariono, B. et al. (2021) 'Perbedaan nilai gizi susu sapi setelah pasteurisasi non termal dengan HPEF (High Pulsed Electric Field)', *Action: Aceh Nutrition Journal*, 6(2), p. 207. Available at: <https://doi.org/10.30867/action.v6i2.531>.
- Indriyanti, W. et al. (2015) 'Inulin dari Akar Jombang (*Taraxacum officinale* Webb.) sebagai Prebiotik dalam Yoghurt Sinbiotik', *Indonesian Journal of Pharmaceutical Science and Technology*, 2.
- Markowiak, P. and Ślizewska, K. (2017) 'Effects of Probiotics, Prebiotics, and Synbiotics on Human Health', *Nutrients*, 9(9), p. 1021. Available at: <https://doi.org/10.3390/nu9091021>.

- Mohanty, D.P. et al. (2016) 'Milk derived bioactive peptides and their impact on human health - A review', *Saudi Journal of Biological Sciences*, 23(5), pp. 577-583. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2015.06.005>.
- Navyanti, F. and Adriyani, R. (2016) 'Hygiene Sanitation, Physical Qualities and Bacterial in Fresh Cow's Milk of X Milk Company in Surabaya', *JURNAL KESEHATAN LINGKUNGAN*, 8(1), p. 36. Available at: <https://doi.org/10.20473/jkl.v8i1.2015.36-47>.
- Nestle Indonesia (2022) 'Tips Cara Menyimpan Susu Murni dan Jenis Susu Lainnya'. Available at: <https://www.nestle.co.id/kisah/cara-menyimpan-susu-murni-dan-susu-lainnya>.
- Park, Y.W. and Nam, M.S. (2015) 'Bioactive Peptides in Milk and Dairy Products: A Review', *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 35(6), pp. 831-840. Available at: <https://doi.org/10.5851/kosfa.2015.35.6.831>.
- Putri Sari, F.N. and Pramono, A. (2012) 'Pengaruh Pemberian Kefir Susu Sapi Terhadap Kadar Trigliserida Tikus Jantan Sprague Dawley', *Journal of Nutrition College*, 1(1), pp. 322-326. Available at: <https://doi.org/10.14710/jnc.v1i1.724>.
- Resnawati, H. (2020) 'Kualitas Susu Pada Berbagai Pengolahan Dan Penyimpanan'.
- Sabil, S. (2015) 'Pasteurisasi High Temperature Short Time (HTST) Susu Terhadap SUSU *Listeria monocytogenes* pada Penyimpanan Refrigerator', Universitas Hasanuddin [Preprint].
- Sari, Y.D. (2023) 'Susu dan Olahannya', in *Ilmu Bahan Makanan*. Padang, Sumatera Barat: PT Global Eksekutif Teknologi.
- Sholikah, N. et al. (2021) 'Pengolahan Susu Sapi menjadi Susu Pasteurisasi untuk Meningkatkan Nilai Susu dan Daya Jual', *Jurnal Pembelajaran Pemberdayaan Masyarakat (JP2M)*, 2(1),

- p. 75. Available at: <https://doi.org/10.33474/jp2m.v2i1.10448>.
- Singh, P.K. and Shah, N.P. (2017) 'Other Fermented Dairy Products', in *Yogurt in Health and Disease Prevention*. Elsevier, pp. 87–106. Available at: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-805134-4.00005-5>.
- Suciati, F. and Safitri, L.S. (2021) 'Pangan Fungsional Berbasis Susu dan Produk Turunannya', *Journal of Sustainable Research In Management of Agroindustry (SURIMI)*, 1(1), pp. 13–19. Available at: <https://doi.org/10.35970/surimi.v1i1.535>.
- Susilawati, I., Putranto, W. and Khairani, L. (2021) 'Pelatihan berbagai metode pengolahan susu sapi sebagai upaya mengawetkan, meningkatkan nilai manfaat, dan nilai ekonomi', *Media Kontak Tani Ternak*, 3(1), pp. 27–31.
- Syamsidah and Suryani, H. (2018) *Pengetahuan Bahan Makanan*. Yogyakarta: Deepublish.
- Wardana, A.S. (2012) 'Teknologi Pengolahan Susu', Universitas Slamet Riyadi, Surakarta [Preprint].

BAB 9 | MINYAK SEBAGAI BAHAN PANGAN

Isnanda Putri Nur Istiqomah, S.Gz., M.Gz.

A. Pendahuluan

Minyak merupakan salah satu bahan makanan yang dibutuhkan dalam kebutuhan pangan pada manusia. Minyak dapat diproduksi dari berbagai sumber yaitu dari hewan dan tumbuhan. Selain itu minyak juga merupakan sumber energi yang dapat menghasilkan 9 kkal. Kandungan asam lemak tak jenuh dan asam lemak essensial (asam oleat, linoleate, linolenat) terdapat dalam minyak (Fitri and Fitriana, 2020).

Minyak merupakan zat yang tidak dapat larut didalam air dan merupakan campuran dari beberapa komponen gliserida, komponen lain yang terdapat dalam minyak antara lain meliputi fosfolipid, sterol, vitamin dan zat warna. Minyak juga masuk ke dalam kelompok lipida sederhana terbesar yang termasuk dalam ester dari tiga molekul asam lemak dengan satu molekul gliserol dan membentuk satu molekul trigliserida yang dalam kondisi ruang ($>27^{\circ}\text{C}$) akan berbentuk cair (Perdana, 2018).

B. Jenis Jenis Minyak

1. Minyak Jagung

Sesuai dengan tren konsumen yang sedang berkembang, industri makanan terus mencari sumber daya yang lebih murah dan berkelanjutan untuk produksi minyak sebagai bahan makanan. Jagung (jagung) merupakan tanaman unggulan di seluruh dunia dan dikonsumsi sebagai

makanan pokok di banyak negara. Meskipun jagung hanya mengandung sekitar 3%–6% minyak, lebih sedikit dibandingkan kebanyakan minyak sayur, jagung telah banyak digunakan sebagai minyak goreng, minyak goreng, minyak salad, atau sebagai bahan untuk menyiapkan produk lain seperti margarin, mentega, makanan ringan, dan produk roti.

Minyak jagung dari bibitnya disukai konsumen karena rasanya yang enak, rasa yang ringan dan lembut, kandungan asam lemak yang menyehatkan, serta sifat fisik dan kimia yang baik. Selain itu, minyak jagung bermanfaat bagi kesehatan manusia karena minyak jagung mengandung asam linoleat hingga 65,5%, serta senyawa bioaktif lainnya, termasuk sterol (β -sitosterol, campesterol, dan stigmasterol), asam fenolik, dan flavonoid. Bab ini merangkum proses yang diperlukan untuk menghasilkan minyak jagung dari bijinya, termasuk pemisahan bibit jagung melalui penggilingan, ekstraksi minyak mentah, dan pemurnian. Selain itu, sifat fisik dan karakteristik kimia penting yang mempengaruhi kualitas minyak jagung juga disoroti. Terakhir, pemanfaatan baru minyak jagung dalam produksi berbagai sistem pangan seperti emulsi, oleogel, dan oleofoam disoroti (Zhao, M., & Chen, 2023).

Minyak jagung atau sering disebut dengan *corn oil* merupakan salah satu minyak yang Tingkat asam lemak tak jenuhnya tinggi, oleh karena itu minyak ini direkomendasikan untuk mengganti minyak goreng. Hal ini tentunya karena minyak jagung dapat menekan prevalensi obesitas dan peningkatan penyakit kardiovaskular, diabetes, serta kanker (Dwiputra, 2015).



(Sumber: internet)

2. Minyak Wijen

Wijen (*Sesamum indicum*) merupakan tanaman biji minyak tertua yang dibudidayakan dan dikenal konsumsinya (minyak dan bijinya) sebagai produk pangan dan memberikan berbagai manfaat bagi kesehatan. Telah dimanfaatkan sejak Zaman Perunggu di peradaban lembah Indus di Asia Selatan hingga Anatolia kuno dan akhir-akhir ini didomestikasi di anak benua India. Secara global, wijen dibudidayakan di lahan seluas 14 juta ha dengan produksi tahunan sebesar 6,8 juta ton dan hasil rata-rata 487 kg per ha. Pada tahun 2020, Sudan, Myanmar, Tanzania, India, Nigeria, dan Tiongkok merupakan produsen wijen terbesar. Secara global, pasar minyak biji wijen diperkirakan akan tumbuh pada tingkat pertumbuhan tahunan gabungan (CAGR) sebesar 1,7% selama tahun 2021–2026. Selain itu, tanaman ini juga merupakan tanaman yang potensial untuk memenuhi meningkatnya permintaan global akan minyak nabati, terutama di negara-negara besar seperti India, dimana produksi biji minyak dalam negeri sangat tertinggal.

Sifat nutraceutical minyak wijen, terutama karena kekayaan asam lemak tak jenuh ganda (PUFA), menjadikannya produk minyak yang berkualitas. Kandungan asam lemak wijen memainkan peran penting dalam banyak jalur biokimia dan berhubungan langsung dengan efek pelindung jantung, hipolipidemik, anti-

aterogenik, dan anti-inflamasi. Dengan demikian, asam lemak yang berasal dari minyak wijen dapat berperan sebagai nutraceutical dan makanan fungsional, menawarkan manfaat fisiologis dan nutrisi dengan rasa dan aroma yang menyenangkan. Selain PUFA, minyak wijen mengandung sesamolin, sesamin, homolog tokoferol, dan antioksidan alami lainnya. Antioksidan melindungi sel-sel tubuh dari berbagai penyakit dengan cara menangkal radikal bebas yang dihasilkan selama pemrosesan biokimia. Berbagai antioksidan sintetik, seperti butylated hydroxyl-anisole (BHA) dan butylated hydroxyl-toluene (BHT), dapat menstabilkan radikal bebas dan karenanya banyak digunakan dalam industri pengolahan makanan untuk membatasi degradasi makanan.

Tersedia laporan tentang penggunaan wijen dan minyak zaitun sebagai antioksidan alami. Meskipun mengandung ~80% PUFA, minyak wijen sangat stabil karena adanya kelas antioksidan fenolik alami yang berbeda seperti lignan (sesamol, sesamolin, dan sesamin), dan tokoferol, yang berperan penting dalam pertahanan tanaman dan juga berkontribusi terhadap banyak manfaat nutraceutical. Mengetahui pentingnya profil antioksidan yang kaya pada wijen, plasma nutfah wijen terus disaring untuk mengidentifikasi varietas dengan kandungan lignan dan tokoferol yang tinggi.

Meskipun memiliki potensi untuk meningkatkan kesehatan, minyak wijen belum menjadi minyak nabati yang umum digunakan. Faktor-faktor yang mengatur kualitas dan hasil minyak wijen juga dibahas. Rekomendasi juga dibuat untuk penelitian masa depan yang menggunakan wijen sebagai produk pangan nutraceutical dan fungsional. Wijen pada dasarnya digunakan untuk menghasilkan minyak, yang dihasilkan melalui penyulingan atau pengepresan kimia.

Biji wijen kaya akan minyak, mengandung asam lemak tak jenuh (UFA) dalam jumlah tinggi (>80%), asam lemak tak jenuh tunggal (MUFA), seperti asam oleat (C18:1) (35–54%),

dan asam lemak tak jenuh ganda. (PUFA), seperti asam linoleat (C18:2) (39–59%) (Gbr. 1) (Hassan, 2012). Asam lemak jenuh (SFA), asam palmitat (C16:0) (9–12,9%), dan asam stearat (C18:0) (5–10%) bersama-sama membentuk kurang dari 20% dari total asam lemak. Kadar SFA yang tinggi pada minyak dinilai kurang baik bagi kesehatan.

Fungsi wijen sebagai komponen makanan dan nutraceutical, karena aroma dan rasanya yang menyenangkan, minyak wijen telah digunakan sebagai minyak goreng di banyak belahan dunia. Selain itu, minyak wijen telah lama digunakan dalam pengobatan Ayurveda (Lahorkar et al., 2009) dan pengobatan Tiongkok (Zhang et al., 2013) karena sifat nutrisi dan terapeutiknya.

Faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas minyak wijen dipengaruhi oleh beberapa faktor lingkungan dan jenis kultivar yang digunakan. Faktor-faktor ini terutama mempengaruhi kandungan minyak, profil asam lemak, dan komposisi bioaktif minyak.

Meskipun wijen memiliki beberapa manfaat bagi kesehatan, perhatian yang besar belum diberikan untuk meningkatkan nilai ekonomi dan gizi wijen. Minyak wijen dan komponennya juga dapat diterapkan dalam matriks makanan. (Sapna, et al., 2022)



(sumber: internet)

3. Minyak Goreng

Minyak goreng adalah minyak yang berasal dari lemak tumbuhan atau hewan yang dimurnikan dan berbentuk cair dalam suhu kamar dan biasanya digunakan untuk menggoreng makanan. Minyak goreng umumnya berasal dari minyak kelapa sawit. Minyak kelapa dapat digunakan untuk menggoreng karena struktur minyaknya yang memiliki ikatan rangkap sehingga minyaknya termasuk lemak tak jenuh yang sifatnya stabil. Selain itu pada minyak kelapa terdapat asam lemak esensial yang tidak dapat disintesis oleh tubuh.

Menggoreng dengan lemak dalam merupakan metode memasak yang banyak digunakan di restoran dan industri. Secara sederhana, makanan direndam dalam minyak dalam jumlah besar yang dipanaskan hingga suhu tinggi, sekitar 150–190°C. Perpindahan panas dan massa secara bersamaan yang terjadi selama proses penggorengan berkontribusi pada rasa, tekstur, dan tampilan makanan yang digoreng yang diinginkan. Minyak goreng seperti minyak sawit, minyak kedelai, dan minyak jagung biasa digunakan sebagai media pemanas. Selama proses penggorengan, minyak mengalami kondisi suhu tinggi yang keras dengan adanya udara dan kelembaban yang berhubungan dengan reaksi kimia yang memburuk, termasuk oksidasi, hidrolisis, dan polimerisasi. Menggoreng dalam jangka waktu lama dapat mengakibatkan pembentukan senyawa volatil dan non-volatil yang berpotensi beracun, termasuk monomer asam lemak siklik, amina heterosiklik, akrilamida, dan asam lemak trans (1-3). Oleh karena itu penting untuk meningkatkan stabilitas minyak goreng. Faktor yang mempengaruhi sifat fisikokimia dan stabilitas oksidatif minyak selama penggorengan antara lain komposisi minyak goreng (Kittipongpittaya *et al.*, 2020). Komposisi minyak goreng, misalnya profil asam lemak dan jumlah antioksidan yang terkandung dalam minyak, sangatlah penting karena mempengaruhi sifat fisikokimia dan stabilitas oksidatif minyak selama penggorengan.

Saat makanan digoreng dalam minyak panas, kelembapannya membentuk uap, yang menguap dengan gerakan menggelembung dan perlahan-lahan mereda saat makanan digoreng. Air, uap, dan oksigen memulai reaksi kimia dalam minyak goreng dan makanan. Air, suatu nukleofil lemah, menyerang ikatan ester triasilgliserol dan menghasilkan di- dan mono-asilgliserol, gliserol, dan asam lemak bebas. Kandungan asam lemak bebas dalam minyak goreng meningkat seiring dengan banyaknya penggorengan (Choe and Min, 2007)



4. Minyak Jelantah

Waste cooking oil atau sering dikenal dengan minyak jelantah, merupakan minyak goreng yang sudah digunakan dalam proses menggoreng berkali kali sehingga minyak berubah menjadi keruh. Proses penggorengan yang lama dan berulang dapat menimbulkan proses oksidasi pada minyak tersebut. Selain itu, minyak goreng bekas juga mengandung senyawa karsinogenik yang dapat membahayakan Kesehatan, sehingga tidak direkomendasikan untuk dikonsumsi atau digunakan sebagai bahan untuk menggoreng makanan. Akibat jika seseorang sering mengkonsumsi minyak bekas goreng atau minyak jelantah adalah berisiko menimbulkan masalah Kesehatan seperti penyakit kanker, pengendapan asam lemak dalam tubuh, bahkan dapat mengurangi Tingkat kecerdasan pada seseorang (Alamsyah, Kalla and La Ifa, 2017).

Komposisi kimia minyak jelantah sangat mirip dengan salah satu minyak nabati induknya, dan berbeda dari minyak nabati sebelumnya dalam hal dekomposisi dan pencucian produk. Selama proses penggorengan, sebagian trigliserida, dari bagian ester, terurai. Tingkat degradasi tersebut bergantung pada jumlah siklus penggorengan, waktu penggorengan, suhu, dan jenis minyak nabati. Terlebih lagi, selama penggorengan, banyak senyawa volatil dihasilkan sebagai konsekuensi dari kombinasi antara suhu tinggi dan oksigen, yang mendorong proses oksidasi, dan transformasi lainnya (misalnya, proses Maillard). Selain itu, paparan makanan dan peralatan selama penggorengan menyebabkan pencucian, memperkaya komposisi minyak dengan jejak logam, rempah-rempah, dan molekul organik lainnya [28]. Analisis fraksi volatil WCO mengungkapkan campuran bahan kimia kompleks, yang meliputi aldehida, alkohol, diena, dan heterosiklik. Secara khusus, sampel minyak bunga matahari komersial dianalisis oleh Mannu *et al.*, sebelum dan sesudah beberapa siklus penggorengan. Banyak bahan kimia terdeteksi dalam sampel yang digoreng, seperti heksanal, heptanal, limonena, furan, 2-pentil-, nonanal, 1-okten-3-ol, furfural, sikloheksanoldimetil-2, benzaldehida, 2-nonenal, 2-furan-metanol, 2-desenal, 2-undesenal, dan 2,4-dekadienal (Mannu *et al.*, 2020).



Sumber: internet

C. Kerusakan Pada Minyak

Faktor-faktor Kerusakan Minyak akibat pengolahan atau pemanasan dalam suhu yang tinggi adalah sebagai berikut:

1. Penggorengan meningkatkan kandungan asam lemak bebas senyawa polar seperti dimer triasilgliserol dan triasilgliserol teroksidasi dimer, dan polimer. Suhu penggorengan yang tinggi mempercepat oksidasi termal dan polimerisasi. Minyak kedelai menunjukkan masing-masing 3,09% dan 1,68% diena terkonjugasi dan asam trans, setelah penggorengan keripik kentang selama 70 jam pada suhu 170°C. Namun minyak kedelai yang dilakukan penggorengan yang sama pada suhu 190°C menunjukkan nilai masing-masing sebesar 4,39% dan 2,60%. Suhu penggorengan yang tinggi menurunkan ikatan polimer dengan peroksida dan meningkatkan ikatan polimer dengan eter atau ikatan karbon ke karbon. Pemanasan dan pendinginan minyak yang terputus-putus menyebabkan kerusakan minyak yang lebih tinggi dibandingkan pemanasan terus menerus karena peningkatan kelarutan oksigen dalam minyak ketika minyak mendingin dari suhu penggorengan. Sebanyak 25% asam linoleat minyak bunga matahari hancur pada penggorengan berselang, sedangkan hanya 5% yang hancur pada penggorengan terus menerus. Pemanasan dan pendinginan minyak yang terputus-putus menyebabkan kerusakan minyak yang lebih tinggi dibandingkan pemanasan terus menerus karena peningkatan kelarutan oksigen dalam minyak ketika minyak mendingin dari suhu penggorengan. Sebanyak 25% asam linoleat minyak bunga matahari hancur pada penggorengan berselang, sedangkan hanya 5% yang hancur pada penggorengan terus menerus (Choe and Min, 2007).
2. Penyebab ketengikan pada minyak goreng disebabkan oleh 3 hal, yaitu ketengikan karena reaksi oksidasi, ketengikan karena enzim dan ketengikan karena proses hidrolisis. Proses terjadinya ketengikan dikarenakan adanya reaksi oksidasi pada ikatan rangkap dari lemak tak jenuh, reaksi oksidasi

terjadi karena zat asam berlangsung sangat cepat jika terjadi pemanasan. Reaksi oksidasi dapat dihambat oleh suatu senyawa kimia yaitu antioksidan (Sari, Putri and AR, 2019).

BAB 10 | BUAH SEBAGAI BAHAN PANGAN

dr. Rauza Sukma Rita, Ph.D.

A. Pendahuluan

Berbagai macam buah-buahan menyediakan berbagai bahan bioaktif seperti fitokimia, vitamin, mineral, dan serat. (Samtiya et al., 2021) Buah merupakan komponen penting makanan manusia sejak zaman kuno, seperti buah kurma yang terdapat di beberapa daerah seperti daerah gurun menjadi bagian makanan sehari-hari. Selain itu, buah-buahan juga digunakan dalam ritual keagamaan di berbagai wilayah di seluruh dunia. Buah-buahan juga digunakan untuk keperluan medis sebagai bagian dari pengobatan tradisional sejak peradaban kuno. Misalnya, kurma yang merupakan salah satu buah tertua telah digunakan untuk tujuan pengobatan karena keunikan dan khasiatnya baik dikonsumsi sendiri maupun dikombinasikan dengan tumbuhan lainnya.

Buah-buahan segar merupakan sumber penting dari berbagai vitamin seperti vitamin C, vitamin A, vitamin B6, vitamin E, dan lain-lain. (Rejman et al., 2021) Buah-buahan kering dan kacang-kacangan dianggap sebagai sumber penting yang baik mengandung serat, kalori, asam amino, dan komponen penting lainnya. Buah-buahan mengandung antioksidan penting yang memegang peranan penting dalam mempengaruhi proses metabolisme dan detoksifikasi penyakit yang berbeda khususnya zat karsinogen.

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa konsumsi buah-buahan, kacang-kacangan, dan sayuran secara teratur akan mengurangi risiko penyakit kardiovaskular. Selain itu, banyak sekali manfaat buah dalam menunda dan mengurangi berbagai permasalahan berkaitan kesehatan. (Hu, 2013) Konsumsi buah secara teratur sebagai bagian dari makanan sehat adalah dianggap sebagai strategi yang tepat untuk mengendalikan berbagai penyakit seperti diabetes dan penyakit kronis lainnya.

B. Klasifikasi Buah-Buahan

Berbagai sistem klasifikasi telah diterapkan pada buah-buahan. Buah-buahan dapat diklasifikasikan berdasarkan asal usulnya, pola pertumbuhan, laju respirasi pascapanen dan respon terhadap etilen, gambaran anatomi, atau preferensi konsumen.

1. Klasifikasi Buah-buahan Berdasarkan Asalnya

Menurut asal usul dan daerah produksi utama, buah-buahan umumnya dikelompokkan menjadi tiga jenis: buah-buahan beriklim sedang, buah-buahan subtropis, dan buah-buahan tropis. Sebagian besar tanaman buah-buahan beriklim sedang dibudidayakan di daerah dengan suhu dingin di musim dingin untuk pertumbuhan dan hasil yang baik. Buah-buahan beriklim sedang yang paling umum yaitu buah-buahan dari keluarga Rosaceae dan tanaman buah-buahan kecil yang populer. Tanaman buah tropis dan subtropis berbeda satu sama lain toleransinya terhadap suhu rendah. (Goswami et al., 2022) Buah-buahan subtropis terdiri dari tanaman jeruk dan beberapa spesies tanaman hijau lainnya. Buah-buahan tropis sebagian besar berasal dari hutan hujan tropis dan tidak bisa bertahan hidup dengan suhu di bawah 10°C. Buah-buahan tropis yang terkenal, contohnya mangga, pisang, nanas, pepaya, jarang terlihat di luar daerah tropis dan oleh karena itu menjadi eksotis bagi orang yang tinggal di daerah beriklim sedang dan subtropis.

2. Klasifikasi Buah-buahan Berdasarkan Kecepatan Respirasi dan Respon terhadap Etilen

Banyak buah pada saat matang sempurna mempertahankan kecepatan pernapasan yang rendah secara konsisten, dikenal dengan buah non klimakterik. Kecepatan respirasi buah-buahan tersebut memberikan respon terutama terhadap suhu. Kecepatan respirasi buah-buahan menunjukkan peningkatan yang signifikan dikenal sebagai kecepatan pematangan atau disebut buah klimakterik. (Wang et al., 2022) Selain pola pernapasan yang khas, buah klimakterik dan nonklimakterik juga berbeda satu sama lain dalam memberikan respon terhadap etilen. Saat buah klimakterik matang, jumlah etilen yang diproduksi bisa diketahui, yang memicu lebih banyak produksi etilen dan serangkaian proses pematangan dan penuaan. Respon ini juga dapat dipicu oleh faktor eksternal dengan pemberian etilen pada buah klimakterik matang.

Produksi dan reaksi etilen dapat diturunkan karena penurunan suhu, peningkatan kadar CO₂ di lingkungan, penurunan kadar O₂, atau penerapan sintesis etilen atau penghambat reaksi seperti amino etoksi vinilglisin dan 1-metilsiklopropena. Teknik ini telah diadopsi secara komersial untuk memperluas kehidupan pascapanen buah klimakterik.

3. Klasifikasi Botani Buah-buahan

Buah-buahan juga dapat dikategorikan ke dalam berbagai jenis berdasarkan asal usul anatomi mereka. Buah bisa dikategorikan menjadi buah sederhana, turunan dari sekuntum bunga, atau buah majemuk, dibentuk oleh banyak bunga. Kedua jenis buah tersebut dapat diklasifikasikan lebih lanjut menjadi sub tipe. Secara botani, buah berarti struktur tanaman yang dikembangkan dari bunga dan aksesoris bunga.

a. Buah Sederhana

Buah sederhana dikembangkan dari ovarium sederhana atau majemuk dalam bunga dengan hanya satu karpel. Buah sederhana bisa kering atau berair.

b. Buah Kering Sederhana

Buah kering sederhana adalah buah dengan kulit buah kering. Buah-buahan sederhana kering dapat ditemukan pecah-pecah, yaitu terbuka untuk dikeluarkan biji, atau tidak pecah, yaitu tidak terbuka untuk mengeluarkan biji.

c. Buah Berdaging Sederhana

Buah sederhana yang kulit buahnya utuh atau sebagian, yang berdaging saat matang disebut buah berdaging sederhana. Sebagian besar buah berdaging sederhana, yaitu pericarp dan karpel menyatu bersama.

d. Kapsul

Kapsul adalah buah tunggal kering yang terdiri dari dua atau lebih banyak karpel. Kebanyakan kapsul pecah saat matang dan benih di dalamnya terbuka. Kapsul pada beberapa spesies terbelah di antara karpel, pada spesies lain setiap karpel membelah secara independen. Benih dilepaskan melalui pori-pori yang terbentuk di dalam kapsul. Contohnya, bagian atas kapsul *Bertholletia excelsa* pecah seperti penutup dan bijinya terbuka, kapsul jenis ini disebut pyxis. Kapsul mungkin sering disalahartikan sebagai kacang yang sebenarnya. Perbedaan antara kapsul dan kacang adalah kapsulnya terbelah ketika matang dan biji di dalamnya dilepaskan atau paling sedikit terpapar, sedangkan kacang tidak membelah atau mengeluarkan biji.

e. Buah Majemuk

Buah majemuk adalah buah yang berasal dari banyak bakal buah dalam satu bunga atau dari beberapa bunga, masing-masing mengandung satu ovarium. Yang pertama disebut sebagai buah agregat dan yang terakhir menghasilkan banyak buah.

f. Cypsela

Cypsela merupakan buah kering sederhana berbentuk achene dari kuntum bunga di kapitulium, bunga majemuk atau kepala bunga dari Asteraceae, misalnya bunga matahari. (Baskin & Baskin, 2023) Yang biasanya kita sebut biji bunga matahari adalah buah cypsela. Sekam dari biji sebenarnya adalah kulit buah yang mengeras.

g. Achene

Achene adalah buah tunggal kering yang terbentuk dari satu buah karpel (monokarpelat) dan tidak membuka pada saat matang (tidak pecah). Achenes mengandung satu biji yang mengisi pericarp, tetapi kulit biji tidak menempel pada kulit buahnya. Achenes paling sering terlihat pada buah agregat. Pada buah stroberi, yang kita anggap sebagai benih di permukaan buah merupakan achene. Rosehip, buah mawar, di dalamnya ada buah agregat terdiri dari banyak achene. (Fait et al., 2008)

h. Karyopsis

Karyopsis adalah buah kering sederhana yang menyerupai achene, juga merupakan monokarpelat dan tidak pecah-pecah. Satu-satunya perbedaan antara karyopsis dan achene adalah pada karyopsis, kulit buahnya menyatu dengan kulit biji menjadi satu kesatuan. Karyopsis umumnya dikenal sebagai biji-bijian disebut buah Gramineae (Poaceae), misalnya jagung, beras, jelai, dan gandum.

i. Buah Agregat

Buah agregat dikembangkan dari bunga tunggal yang memiliki banyak putik, yang masing-masing berisi satu putik karpel. Tiap putik membentuk buah kecil. Buah kecil yang bersama-sama disebut buah agregat atau etaerio. Buah agregat bisa menjadi etaerio dari *achenes*, *drupes*, atau *berry*. Secara botani, biji pada stroberi merupakan buah asli dan bagian berdaging dari buah tersebut berasal dari wadah bunga yang membesar.

Sebuah rasberi atau *blackberry* merupakan kumpulan buah berbiji yang masing-masing berisi satu lubang.

4. Klasifikasi Kuliner Buah-buahan

Berdasarkan kuliner dari sudut pandang praktik dan pengolahan makanan, buah-buahan yang dapat dimakan dikelompokkan menjadi empat kategori, yaitu buah-buahan, buah-buahan yang digunakan sebagai sayuran, kacang-kacangan, dan sereal. (De Araújo et al., 2022)

a. Buah-buahan

Dalam praktik kuliner dan pengolahan makanan, buah-buahan biasa yaitu setiap bagian tanaman yang dapat dimakan dengan rasa manis dan rasa yang menyenangkan, sesuai dengan sebagian besar buah berdaging yang dapat dimakan. Namun, beberapa buah-buahan mungkin tidak enak atau manis, misalnya lemon dan *cranberry*, tetapi masih dianggap sebagai buah dalam pengolahan.

b. Buah-Buahan Digunakan Sebagai Sayuran

Banyak buah-buahan yang tidak manis atau enak saat dikonsumsi mentah, namun memberikan rasa gurih saat dimasak atau diolah dan diakui sebagai sayuran dalam arti kuliner. Tanaman yang dijadikan sayuran sebagian besar berasal dari keluarga tomat (*Solanaceae*), keluarga labu-labuan (*Cucurbitaceae*), dan kacang polong (*Fabaceae*). Beberapa tanaman, misalnya tomat, sebagian besar dikonsumsi sebagai sayuran di suatu daerah sedangkan di wilayah lain dikonsumsi sebagai buah.

c. Serealia

Buah kering yang dihasilkan oleh Poaceae atau Gramineae secara botani disebut karyopsis, sejenis buah kering, tapi dalam kuliner definisinya yaitu buah-buahan yang dibudidayakan untuk diambil bagiannya yang dapat dimakan yang disebut sebagai sereal atau biji-bijian. Tanaman serealia yang penting meliputi gandum, beras, jagung, dan lain-lain. Sereal merupakan makanan utama

sehari-hari dan merupakan makanan pokok terpenting di dunia. Selain buah karyopsis dari famili Gramineae, hanya sedikit spesies dari famili lain yang menghasilkan biji kaya pati yang termasuk dalam sereal, misalnya soba (*Fagopyrum esculentum*). Beberapa biji minyak dan bahan yang mengandung minyak juga dianggap sereal. Beberapa tanaman sereal, misalnya jagung manis, digunakan sebagai sayuran pada saat buahnya masih muda dan empuk.

d. Kacang-Kacangan

Secara botani, hanya sedikit jenis tumbuhan di Fagaceae dan Betulaceae yang menghasilkan kacang asli, kacang kulinernya merupakan kelompok besar biji-bijian dan buah-buahan kering dengan varietas yang beragam. Banyak biji-bijian dan buah-buahan kering menghasilkan biji kaya minyak yang mengeras atau semuanya kulit biji yang disebut kacang-kacangan dalam makanan dan industri pengolahan.

C. Kandungan Gizi Buah-Buahan

1. Karbohidrat

Karbohidrat merupakan nutrisi penghasil energi utama pada beberapa buah seperti pisang. Sebagian besar buah mengandung karbohidrat sederhana (gula), fruktosa, glukosa dan sukrosa, serta asam sitrat yang juga dapat memberikan sedikit energi.

2. Air

Air sangat penting untuk fungsi normal tubuh sebagai sarana untuk membawa nutrisi lain dan karena 60% tubuh manusia merupakan air. Sebagian besar buah-buahan kaya akan air.

3. Serat

Serat pangan merupakan karbohidrat, khususnya polisakarida, yang tidak lengkap diserap manusia dan beberapa hewan. Seperti semua karbohidrat, ketika dimetabolisme, akan menghasilkan empat kalori (kilokalori)

energi per gram, namun dalam sebagian besar keadaan, energi tersebut menyumbang kurang dari empat kalori karena pencernaan dan penyerapan yang terbatas. Serat penting untuk kesehatan pencernaan dan dapat mengurangi risiko kanker usus besar, karena serat dapat membantu meringankan sembelit dan diare. (Barber et al., 2020) Serat tidak larut terutama merangsang gerakan peristaltik dan kontraksi otot usus berirama yang menggerakkan pencernaan di sepanjang saluran pencernaan. Buah-buahan terutama buah plum dan buah ara merupakan sumber serat makanan yang baik.

4. Protein

Protein merupakan dasar dari banyak struktur tubuh dan dapat membentuk enzim yang mengkatalisis reaksi kimia di seluruh tubuh. Protein penting untuk pertumbuhan tubuh. Kekurangan protein di tubuh dapat menyebabkan pertumbuhan terhambat dan meningkatkan kerentanan terhadap penyakit dan menyebabkan kelesuan. Setiap molekul protein terdiri dari asam amino yang mengandung nitrogen dan terkadang belerang Tubuh memerlukan asam amino untuk menghasilkan protein baru dan menggantikan protein yang rusak (maintenance). Asam amino larut dalam cairan pencernaan di dalam usus kecil, tempat asam amino diserap ke dalam darah. Sekali diserap, asam amino tidak dapat disimpan di dalam tubuh, sehingga dimetabolisme sesuai kebutuhan atau diekskresikan dalam urin. Rata-rata orang dewasa membutuhkan 1 gram protein per kilogram berat badan tubuhnya per hari. Anak-anak mungkin memerlukan dua hingga tiga kali lipat jumlah ini. Kacang mete, almond, *filbert*, pecan, pistachio, dan walnut kaya akan protein. Kacang mete adalah sumber protein terkaya di antara buah-buahan.

5. Lemak

Sebuah molekul lemak makanan biasanya terdiri dari beberapa asam lemak yang terikat pada gliserol. Asam lemak biasanya ditemukan sebagai trigliserida (tiga asam lemak

melekat pada satu tulang punggung gliserol). Pada manusia, setidaknya ada dua asam lemak sangat penting dan harus dimasukkan dalam makanan. Keseimbangan yang tepat dari asam lemak-asam lemak omega 3 dan omega 6 tampaknya juga penting untuk kesehatan yang telah ditunjukkan oleh penelitian eksperimental. Kedua rantai panjang omega ini merupakan asam lemak tak jenuh ganda, yang juga substrat untuk kelas eikosanoid yaitu prostaglandin, yang mempunyai peran di seluruh tubuh manusia. Buah-buahan seperti pisang, anggur, apel custard, berdan kacang mete merupakan sumber lemak yang baik.

6. Vitamin A

Peningkatan konsumsi makanan kaya karotenoid dari buah-buahan dan sayuran menawarkan efek perlindungan yang lebih baik daripada suplemen makanan dengan karotenoid. Efeknya dapat meningkatkan resistensi terhadap oksidasi LDL, menurunkan kerusakan DNA dan mendorong perbaikan yang lebih cepat. Karotenoid adalah kelas pigmen yang bertanggung jawab memberikan warna tanaman merah, warna kuning atau oranye. Lutein, beta-karoten, likopen, dan zeaxanthin adalah contoh karotenoid yang penting untuk makanan manusia. Agar penyerapan optimal dalam tubuh manusia, paling baik dikonsumsi atau dimasak dengan sedikit lemak setelah dicincang atau dihaluskan. Betakaroten bertanggung jawab atas warna oranye dan kuning yang sering terlihat pada buah-buahan dan sayuran. Telah banyak penelitian betakaroten dalam pencegahan penyakit kardiovaskular dan kanker tertentu. (Yang et al., 2022) Beta Karoten merupakan antioksidan alami yang digunakan tubuh untuk membuat Vitamin A. Buah-buahan seperti pepaya, dan mangga merupakan sumber yang kaya vitamin A, dan telah diteliti perannya penyakit jantung, beberapa jenis kanker, dan penyakit mata.

7. Vitamin B

Kekurangan vitamin B menyebabkan penyakit beri-beri, kehilangan nafsu makan, penurunan berat badan, dan penurunan suhu tubuh, sakit tenggorokan, dan lain-lain. (Hrubša et al., 2022) Vitamin B banyak ditemukan dalam buah-buahan seperti kacang mete, almond, pisang, apel, bale, lengkeng, pepaya dan delima.

8. Vitamin C

Vitamin C (asam askorbat), vitamin penting yang larut dalam air, memainkan peran penting dalam pembentukan kolagen. Vitamin C juga komponen utama dari sebagian besar jaringan ikat dalam tubuh dan juga mempunyai peran sebagai antioksidan. (Doseděl et al., 2021) Selain itu, vitamin C juga membantu dalam memperbaiki dan meregenerasi kolagen. Sintesis kolagen yang memadai penting untuk ligamen, tendon, dentin, kulit, pembuluh darah dan tulang yang kuat, dan untuk penyembuhan luka dan perbaikan jaringan. Terjadinya kelemahan jaringan-jaringan ini merupakan gejala kekurangan vitamin C. Vitamin C penting dalam membantu penyerapan zat besi anorganik. Lebih lanjut, vitamin C telah terbukti membantu pengobatan anemia dan stres. Bertentangan dengan kepercayaan umum, vitamin C tampaknya tidak mencegah timbulnya flu biasa, namun dalam beberapa penelitian dilaporkan vitamin C mampu mengurangi lama dan keparahan gejala. Hanya 10 mg vitamin C per hari diperlukan untuk mencegah kekurangan vitamin C dan penyakit kudis yang mematikan. Namun demi kesehatan yang baik dan penyimpanan vitamin C yang cukup dalam tubuh, umumnya direkomendasikan 30 hingga 100 mg/hari, meskipun beberapa penelitian terbaru memberikan bukti bahwa mungkin lebih dari 200 mg/hari untuk pencegahan penyakit kronis.

Terlalu banyak mengonsumsi vitamin C (di atas 500 mg), secara umum terlihat dengan tingkat suplementasi yang sangat tinggi, hal ini bisa berbahaya, terutama bagi mereka yang berisiko kelebihan zat besi. Mengonsumsi buah-

buahan setiap hari dapat menambah asupan vitamin C dalam jumlah yang cukup. Buah-buahan merupakan sumber vitamin C yang baik seperti nenas, jeruk dan jambu biji, dan lain-lain. Segelas jus jeruk 225 ml mengandung sekitar 125 mg vitamin C.

9. Vitamin E

Vitamin E juga merupakan vitamin antioksidan dan terlibat dalam fungsi kekebalan tubuh. (Lewis et al., 2019) Buah-buahan dan kacang-kacangan seperti Aamond, zaitun, kacang-kacangan kaya akan vitamin E.

10. Vitamin K

Adanya vitamin K terutama memungkinkan pembekuan darah saat terluka dan juga memastikan asupan kalsium ke tulang dan darah. (Møller, 2015) Vitamin K banyak terkandung dalam buah alpukat, kiwi, delima, buah ara, dan lain-lain.

11. Besi

Zat besi diperlukan untuk produksi hemoglobin dan merupakan penyusun sel darah merah. (Abbaspour et al., 2014) Kekurangan zat besi dapat mengakibatkan anemia, lidah halus, bibir pucat, mata dan kulit dan sering mengalami kelelahan. Zat besi sangat penting untuk pembentukan protein pada sel darah merah (hemoglobin) yang membawa oksigen dari paru-paru ke seluruh sel tubuh. Buah-buahan seperti pisang, kurma, buah ara, aprikot, kismis, apel custard, dan jambu biji merupakan sumber penting zat besi.

12. Kalsium

Kalsium sangat penting untuk perkembangan tulang, pengaturan detak jantung, dan pengendalian pembekuan darah. Kalsium banyak ditemukan dalam stroberi dan buah ara kering.

13. Magnesium

Magnesium diperlukan untuk memproses ATP dan reaksi untuk membangun tulang, membantu peristaltik yang kuat, meningkatkan fleksibilitas, dan meningkatkan alkalinitas. (Long & Romani, 2015) Sekitar 50% magnesium

berada di tulang, 50% sisanya hampir semuanya berada di dalam sel tubuh, dan hanya sekitar 1% yang berada di dalam cairan ekstraseluler. Buah-buahan seperti pisang dan kacang-kacangan adalah sumber magnesium yang baik.

14. Fosfor

Fosfor mempunyai peran penting untuk menjaga kadar air di jaringan, untuk perkembangan tulang, dan pemrosesan energi. (Serna & Bergwitz, 2020) Sekitar 80% fosfor ditemukan pada bagian anorganik tulang dan gigi. Fosfor adalah komponen setiap sel, seperti metabolit penting lain, termasuk DNA, RNA, ATP, dan fosfolipid. Fosfor banyak ditemukan pada anggur, jambu biji, nangka, markisa, almond, jeruk dan kacang mete.

15. Flavonoid

Flavonoid bersifat protektif terhadap berbagai penyakit, terutama penyakit kardiovaskular dan beberapa jenis kanker. Buah berwarna merah, biru, dan ungu seperti apel, *blackberry*, *blueberry*, *cranberry*, anggur, nektarin, persik, plum dan prune, delima, rasberi, dan stroberi merupakan sumber flavonoid yang cukup tinggi. (Panche et al., 2016)

16. Antosianin

Pada buah, antosianin terdapat dalam bentuk glikosilasi pada *blackberry*, *raspberry*, *blueberry*, *bilberry*, ceri, kismis, *elderberry*, dan anggur. (Khoo et al., 2017) Antosianin terakumulasi dalam vakuola sel dan bertanggung jawab atas beragam warna mulai dari oranye hingga merah, ungu, dan biru pada buah-buahan. Pigmen ini dapat mengurangi risiko penyakit jantung koroner melalui penghambatan agregasi trombosit.

17. Likopen

Likopen memberi warna merah pada beberapa buah. Likopen mungkin memainkan peran penting pada pencegahan kanker (Qi et al., 2021) dan penyakit jantung (Przybylska & Tokarczyk, 2022). Sebagian besar likopen dalam makanan diperoleh dari makanan yang dimasak dan produk olahan tomat, tetapi buah-buahan seperti semangka,

pepaya, jambu Brazil, zaitun dan jeruk juga kaya akan likopen.

18. Pektin

Pektin didefinisikan sebagai heteropolisakarida struktural yang terkandung dalam dinding sel primer tanaman terestrial. Pektin diproduksi secara komersial dalam bentuk bubuk berwarna putih hingga coklat muda, diekstraksi dari banyak buah-buahan, dan digunakan dalam makanan sebagai bahan pembentuk gel, khususnya pada selai dan jeli. Pektin juga digunakan dalam bahan pembuatan obat-obatan, permen, sebagai penstabil dalam jus buah dan susu minuman, dan sebagai sumber serat pangan. Asupan pektin harian dari buah dan sayur bisa diperkirakan sekitar 5 g. Pektin buah pada dasarnya adalah serat tidak larut yang ditemukan pada kulit buah jeruk dan apel, serta di dinding sel buah-buahan lainnya.

D. Manfaat Buah-buahan Bagi Kesehatan

Komponen utama dari buah-buahan mengandung asam fenolik, polimer fenolik, kumarin, lignan, flavonoid, isoflavonoid, antosianin, vitamin dan komponen lainnya. Secara umum, polifenol adalah senyawa yang memiliki sifat farmakoterapi terhadap berbagai penyakit. Berikut ini beberapa buah-buahan dan manfaatnya bagi kesehatan tubuh:

1. Apel

Apel merupakan sumber serat yang menjaga usus tetap bersih, memastikan kulit bebas dari jerawat dan bisul. Apel juga banyak mengandung senyawa fitokimia yang memiliki sifat mirip dengan antioksidan. (Asma et al., 2023) Penelitian juga menunjukkan bahwa makan apel secara teratur dapat mengurangi kerutan dan garis halus di wajah. Campuran parutan apel dengan madu dan dioleskan pada kulit selama lima menit menyebabkan kulit terhidrasi dan bebas stres. Apel bersifat basa dan efektif membersihkan hati.

2. Pepaya

Pepaya merupakan sumber vitamin A dan papain yang baik. Vitamin A bertindak sebagai antioksidan, sedangkan papain memecah protein tidak aktif dan menghilangkan sel-sel mati. Ciri khas pepaya adalah kualitasnya yang rendah sodium. Karena kandungan garamnya lebih sedikit, maka retensi airnya juga sedikit. Manfaatnya, kulit terhidrasi secara keseluruhan. Menggosok pepaya tumbuk pada tumit pecah-pecah akan menghilangkan sel-sel mati dan menjadikan kaki lebih lembut. (Ayodipupo Babalola et al., 2024)

3. Nenas

Jus nenas memiliki enzim bromelain yang mencegah batuk dan pilek, dan dikenal juga sebagai enzim pencernaan. Nenas merupakan sumber Vitamin A dan B yang baik; cukup kaya akan Vitamin C, kalsium, magnesium, potasium dan zat besi. (Farid Hossain, 2015)

4. Buah Kurma

Buah kurma Mesir (*Phoenix dactylifera* L.) mengandung berbagai macam vitamin B kompleks seperti B1, B2, asam nikotinat dan vitamin A. Ekstrak kurma mengandung 13,80% kelembapan dan 86,50% total padatan. Kandungan abu dan serat kasar buah kurma masing-masing sebesar 2,13 dan 5,20. Kandungan protein, karbohidrat dan lipid masing-masing sebesar 3,00%, 73,00% dan 2,90%. Kandungan lipid yang rendah yaitu 2,90% dibandingkan dengan kandungan gulanya berarti kurma aman bagi penderita jantung dan gangguan darah karena mengandung asam lemak dan kolesterol yang sangat rendah. Analisis HPLC terhadap kandungan gula menunjukkan bahwa, kandungan karbohidrat terdiri dari sejumlah besar glukosa, fruktosa dan sukrosa. Pola protein pada SDS-PAGE menunjukkan bahwa sebagian besar protein pada kurma merupakan protein dengan berat molekul tinggi antara 80 dan 135 kilodalton. (Ahmad El-Sohaimy, 2010)

5. Semangka

Semangka terdiri dari 90 persen air, dan mampu menghidrasi dan meremajakan kulit. Semangka mengandung likopen yang membantu mengeluarkan racun dan melawan radikal bebas dengan sifat antioksidannya, sebagai terapi detoks yang murah dan cepat. (Naz et al., 2014)

6. Stroberi

Stroberi telah diteliti aktivitas biologisnya secara in vitro dan in vivo (studi praklinis dan klinis). Konsumsi stroberi dapat mengurangi risiko penyakit kardiovaskular, penyakit neurodegeneratif, penyakit endokrin (diabetes, sindrom metabolik, atau obesitas), kanker, mencegah hiperkolesterolemia, peradangan dan stres oksidatif. (Giampieri et al., 2015) Aktivitas farmakologi lainnya mencakup berbagai penelitian di bidang stroberi, seperti pada tikus jantan, homogenat stroberi 40% dengan kombinasi antioksidan lainnya menunjukkan efek antiobesitas. Penelitian pada manusia, pemberian jus stroberi dapat mengurangi gejala aterosklerotik.

7. Aprikot

Aprikot yang kering atau segar, kaya akan vitamin A, C, kalsium, kalium, fosfor, dan serat. Aprikot dapat membantu orang-orang yang memiliki kulit kusam dan kurang zat besi untuk mempertahankan kadar hemoglobin. Aprikot juga mengandung beta karoten yang meningkatkan kekebalan tubuh dan membantu melawan alergi kulit, ruam, dan masalah kulit lainnya. Jus aprikot segar yang dioleskan pada kulit akan meredakan luka bakar akibat sinar matahari.

8. Pisang

Pisang merupakan salah satu buah-buahan pencuci mulut selain makanan pokok yang memiliki karbohidrat yang kaya dan mudah dicerna dengan nilai kalori 67-137mg/100 g buah. Pisang mengandung vitamin C dan mineral, menjadikan pisang sebagai alternatif diet sehat dan bebas garam.

9. Belimbing

Belimbing merupakan salah satu buah eksotik yang sangat rendah kalori. Sebanyak 100 g buah belimbing hanya menyediakan 31 kalori, jauh lebih rendah dibandingkan buah tropis populer lainnya. Meskipun demikian, belimbing memiliki daftar nutrisi penting, antioksidan, dan vitamin yang diperlukan untuk kesehatan. Belimbing mengandung vitamin C dalam jumlah yang cukup tinggi. Vitamin C merupakan antioksidan alami yang kuat. Secara umum, konsumsi buah-buahan yang kaya vitamin C membantu tubuh manusia mengembangkan resistensi terhadap agen infeksi dan menghilangkan radikal bebas proinflamasi yang berbahaya bagi tubuh. Belimbing dan sarinya sering direkomendasikan dalam banyak pengobatan tradisional sebagai diuretic, ekspektoran, dan untuk menekan batuk. (Muthu et al., 2016)

10. Alpukat

Buah alpukat terkenal sebagai makanan bergizi dengan nilai gizi tinggi. Nilai nutrisinya sebanding dengan buah zaitun matang dengan rata-rata 2,1 persen protein, 1,32% mineral, dan 24-26% lemak. Karena alpukat mengandung tidak lebih dari 1% gula, maka direkomendasikan sebagai makanan berenergi tinggi bagi penderita diabetes. (Wood et al., 2023)

E. Kesimpulan

Buah sebaiknya dikonsumsi setiap hari dalam jumlah yang cukup untuk mengoptimalkan kesehatan dan mengurangi risiko berbagai penyakit. Peningkatan konsumsi buah-buahan membawa potensi kesehatan masyarakat yang besar. Konsumsi makanan kaya buah secara teratur mempunyai efek positif yang baik bagi kesehatan karena kandungan nutrisi pada buah-buahan dapat melindungi tubuh manusia dari beberapa jenis penyakit kronis. Konsumsi buah yang banyak dalam pola makan dapat mengurangi asupan lemak jenuh, lemak trans, dan makanan dengan kepadatan kalori lebih tinggi, yang

semuanya mungkin terkait dengan pola makan yang lebih sehat secara keseluruhan. Kombinasi unik senyawa penting seperti vitamin, mineral, serat makanan, beragam buah-buahan harus dimakan untuk memastikan pola makan seseorang mencakup kombinasi fitonutrisi dan untuk mendapatkan semua manfaat kesehatan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbaspour, N., Hurrell, R., & Kelishadi, R. (2014). Review On Iron And Its Importance For Human Health. In Journal of Research in Medical Sciences.
- Ahmad El-Sohaimy, S. (2010). Biochemical and Nutritional Characterizations of Date Palm Fruits (*Phoenix dactylifera* L.). In Journal of Applied Sciences Research (Vol. 6, Issue 8). <https://www.researchgate.net/publication/234027076>
- Asma, U., Morozova, K., Ferrentino, G., & Scampicchio, M. (2023). Apples and Apple By-Products: Antioxidant Properties and Food Applications. In Antioxidants (Vol. 12, Issue 7). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/antiox12071456>
- Ayodipupo Babalola, B., Ifeolu Akinwande, A., Otunba, A. A., Ebenezer Adebami, G., Babalola, O., & Nwuofo, C. (2024). Therapeutic Benefits of Carica Papaya: A Review on its Pharmacological Activities And Characterization Of papain. In Arabian Journal of Chemistry (Vol. 17, Issue 1). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2023.105369>
- Barber, T. M., Kabisch, S., Pfeiffer, A. F. H., & Weickert, M. O. (2020). The Health Benefits Of Dietary Fibre. In Nutrients (Vol. 12, Issue 10, pp. 1-17). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/nu12103209>
- Baskin, C. C., & Baskin, J. M. (2023). Seed Dormancy In Asteraceae: A Global Vegetation Zone And Taxonomic/Phylogenetic Assessment. Seed Science Research, 33(2), 135-169. <https://doi.org/10.1017/s0960258523000107>
- De Araújo, T. P., De Moraes, M. M., Afonso, C., Santos, C., & Rodrigues, S. S. P. (2022). Food Processing: Comparison of Different Food Classification Systems. Nutrients, 14(4). <https://doi.org/10.3390/nu14040729>

- Doseděl, M., Jirkovský, E., Macáková, K., Krčmová, L. K., Javorská, L., Pourová, J., Mercolini, L., Remião, F., Nováková, L., & Mladěnka, P. (2021). Vitamin c – Sources, Physiological Role, Kinetics, Deficiency, Use, Toxicity, And Determination. In *Nutrients* (Vol. 13, Issue 2, pp. 1–36). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/nu13020615>
- Fait, A., Hanhineva, K., Beleggia, R., Dai, N., Rogachev, I., Nikiforova, V. J., Fernie, A. R., & Aharoni, A. (2008). Reconfiguration Of The Achene And Receptacle Metabolic Networks During Strawberry Fruit Development. *Plant Physiology*, 148(2), 730–750. <https://doi.org/10.1104/pp.108.120691>
- Farid Hossain, Md. (2015). Nutritional Value and Medicinal Benefits of Pineapple. *International Journal of Nutrition and Food Sciences*, 4(1), 84. <https://doi.org/10.11648/j.ijnfs.20150401.22>
- Giampieri, F., Forbes-Hernandez, T. Y., Gasparrini, M., Alvarez-Suarez, J. M., Afrin, S., Bompadre, S., Quiles, J. L., Mezzetti, B., & Battino, M. (2015). Strawberry as a health promoter: An evidence based review. *Food and Function*, 6(5), 1386–1398. <https://doi.org/10.1039/c5fo00147a>
- Goswami, A. K., Maurya, N. K., Goswami, S., Bardhan, K., Singh, S. K., Prakash, J., Pradhan, S., Kumar, A., Chinnusamy, V., Kumar, P., Sharma, R. M., Sharma, S., Bisht, D. S., & Kumar, C. (2022). Physio-Biochemical and Molecular Stress Regulators And Their Crosstalk For Low-Temperature Stress Responses In Fruit Crops: A Review. In *Frontiers in Plant Science* (Vol. 13). Frontiers Media S.A. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.1022167>
- Hrubša, M., Siatka, T., Nejmanová, I., Vopršalová, M., Krčmová, L. K., Matoušová, K., Javorská, L., Macáková, K., Mercolini, L., Remião, F., Máťuš, M., & Mladěnka, P. (2022). Biological Properties of Vitamins of the B-Complex, Part 1: Vitamins B1,

- B2, B3, and B5. In *Nutrients* (Vol. 14, Issue 3). MDPI. <https://doi.org/10.3390/nu14030484>
- Hu, F. B. (2013). Resolved: There is Sufficient Scientific Evidence That Decreasing Sugar-Sweetened Beverage Consumption Will Reduce The Prevalence Of Obesity And Obesity-Related Diseases. *Obesity Reviews*, 14(8), 606–619. <https://doi.org/10.1111/obr.12040>
- Khoo, H. E., Azlan, A., Tang, S. T., & Lim, S. M. (2017). Anthocyanidins and Anthocyanins: Colored Pigments As Food, Pharmaceutical Ingredients, And The Potential Health Benefits. In *Food and Nutrition Research* (Vol. 61). Swedish Nutrition Foundation. <https://doi.org/10.1080/16546628.2017.1361779>
- Lewis, E. D., Meydani, S. N., & Wu, D. (2019). Regulatory Role of Vitamin E In The Immune System And Inflammation. *International Union of Biochemistry and Molecular Biology Life*, 71(4), 487–494. <https://doi.org/10.1002/iub.1976>
- Long, S., & Romani, A. M. (2015). Role of Cellular Magnesium in Human Diseases. *Austin Journal of Nutrition and Food Sciences*, 2(10), 1–19.
- Møller, M. E. (2015). Vitamin K2 for bone health Vitamin K2-A key Factor For Optimal Bone Health At All Ages. *Dietary Ingredients & Supplements-Agro Food Industry Hi Tech*, 26(5), 16–20. <https://www.researchgate.net/publication/289629770>
- Muthu, N., Lee, S. Y., Phua, K. K., & Bhore, S. J. (2016). Nutritional, Medicinal and Toxicological Attributes of Star-Fruits (*Averrhoa carambola* L.): A Review. *Bioinformation*, 12(2), 420–424. www.bioinformation.net
- Naz, A., Sadiq Butt, M., Sultan, M. T., Muhammad, M., Qayyum, N., & Shahid Niaz, R. (2014). Watermelon Lycopene And Allied Health Claims. *EXCLI Journal*, 13, 650–666.

- Panche, A. N., Diwan, A. D., & Chandra, S. R. (2016). Flavonoids: An overview. In *Journal of Nutritional Science* (Vol. 5). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/jns.2016.41>
- Przybylska, S., & Tokarczyk, G. (2022). Lycopene in the Prevention of Cardiovascular Diseases. In *International Journal of Molecular Sciences* (Vol. 23, Issue 4). MDPI. <https://doi.org/10.3390/ijms23041957>
- Qi, W. J., Sheng, W. S., Peng, C., Xiaodong, M., & Yao, T. Z. (2021). Investigating Into Anti-Cancer Potential Of Lycopene: Molecular targets. In *Biomedicine and Pharmacotherapy* (Vol. 138). Elsevier Masson s.r.l. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2021.111546>
- Rejman, K., Górska-Warsewicz, H., Kaczorowska, J., & Laskowski, W. (2021). Nutritional Significance Of Fruit And Fruit Products In The Average Polish Diet. *Nutrients*, 13(6). <https://doi.org/10.3390/nu13062079>
- Samtiya, M., Aluko, R. E., Dhewa, T., & Moreno-Rojas, J. M. (2021). Potential Health Benefits Of Plant Food-Derived Bioactive Components: An Overview. In *Foods* (Vol. 10, Issue 4). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/foods10040839>
- Serna, J., & Bergwitz, C. (2020). Importance Of Dietary Phosphorus For Bone Metabolism And Healthy Aging. In *Nutrients* (Vol. 12, Issue 10, pp. 1–43). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/nu12103001>
- Wang, Y. W., Acharya, T. P., Malladi, A., Tsai, H. J., NeSmith, D. S., Doyle, J. W., & Nambeesan, S. U. (2022). Atypical Climacteric and Functional Ethylene Metabolism and Signaling During Fruit Ripening in Blueberry (*Vaccinium* sp.). *Frontiers in Plant Science*, 13. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.932642>
- Wood, A. C., Senn, M. K., & Rotter, J. I. (2023). Associations between Avocado Intake and Lower Rates of Incident Type 2 Diabetes in US Adults with Hispanic/Latino Ancestry. *Journal of*

Diabetes Mellitus, 13(02), 116–129.
<https://doi.org/10.4236/jdm.2023.132010>

Yang, J., Zhang, Y., Na, X., & Zhao, A. (2022). β -Carotene Supplementation and Risk of Cardiovascular Disease: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. In *Nutrients* (Vol. 14, Issue 6). MDPI.
<https://doi.org/10.3390/nu14061284>

BAB 11 | SAYUR SAYURAN SEBAGAI BAHAN PANGAN

Siti Nurjana Kurniaty Tanaiyo, S.Gz., M.Gz.

A. Pendahuluan

Sayuran diartikan sebagai tanaman herba atau bagian yang dapat dimakan, dikonsumsi mentah atau dikonsumsi setelah dimasak, kaya akan vitamin dan mineral, rendah nilai kalori, dan menetralkan zat asam yang dihasilkan selama pencernaan makanan berenergi tinggi (Górska-Warsewicz *et al.*, 2021). Olerikultura adalah salah satu cabang hortikultura yang berhubungan dengan produksi, penyimpanan, pengolahan dan pemasaran sayuran yang berawal ketika manusia mulai menanam sayuran untuk dikonsumsi. Istilah olerikultura berasal dari bahasa latin *holus-holeris* = kuliner sayur apa saja, pot, herba dan *kultura*= mengolah (van Kleunen *et al.*, 2018; Science, 2020).

Sayuran mencakup sejumlah besar tanaman, sebagian besar yang ditanam untuk diambil daun, batang, kuncup bunga, bunga, dan akarnya yang dapat dimakan, contoh tangkai daun (misalnya seledri), daun utuh (misalnya selada), buah yang belum matang (misalnya mentimun), akar (misalnya wortel). Sayuran merupakan bagian integral dari pola makan seimbang dan konsumsinya dapat mencegah beberapa penyakit. Sayuran merupakan sumber utama nutrisi mineral, vitamin, metabolit sekunder tumbuhan, dan senyawa lain yang mendukung kesehatan dan nutrisi manusia. Namun, studi genetika pada

sayuran masih tertinggal dibandingkan tanaman pangan utama, seperti beras, gandum, dan jagung (Hongbo *et al.*, 2023).

B. Klasifikasi Sayuran

Setiap bagian sayuran yang dikonsumsi selain buah atau biji, menurut definisinya adalah sayuran. Meskipun memiliki makna yang bersifat luas dan tidak selalu benar secara anatomis, pengelompokan komoditas sebagai sayur-sayuran berdaun, buah-buahan mempunyai nilai bagi petani, distributor, dan pihak lain dalam rantai pasar karena adanya kesamaan dalam budaya dan pascapanen dalam kelompok-kelompok tersebut.

1. Sayuran Daun

Daun adalah tempat utama fotosintesis pada tumbuhan dan umumnya merupakan sayuran yang paling padat nutrisi dan paling mudah rusak. Daun, terutama daun berwarna hijau tua, mengandung mineral dalam jumlah relatif tinggi (misal Fe, magnesium, kalsium), enzim (protein), dan metabolit sekunder (misal karoten dan xantofil). Senyawa-senyawa ini penting bagi nutrisi manusia, selain itu diperlukan oleh tanaman untuk pengumpulan cahaya, transport elektron, fiksasi karbon, dan proses biokimia lainnya yang melimpah di daun (Megnanou, 2014). Sayuran berdaun yang umumnya dimasak sebelum dikonsumsi untuk melunakkan tekstur dan meningkatkan rasa seperti kubis, kembang kol, dan bayam. Sayuran berdaun lainnya yang dikonsumsi mentah, sering kali digunakan sebagai salad (misal: selada, bok choy). Meskipun umumnya lebih lembut dan ringan rasanya dibandingkan sayuran hijau, tanaman salad memiliki tekstur dan rasa bervariasi, dan perbedaan ini penting dalam membedakan sayuran berdaun yang dikonsumsi mentah. Perbedaan rasa dan tekstur disebabkan oleh variabilitas struktur daun (ketebalan kutikula), jenis sel, sukulen, serta jenis dan kuantitas fitokimia yang ada (Ilić and Fallik, 2017).

2. Sayuran Umbi

Tanaman yang dibudidayakan, yang dibagiannya dapat dimakan di bawah tanah, disebut tanaman umbi-umbian. Akar tunggang yang menebal, hipokotil, dan epikotil merupakan bagian dari wortel, bit, dan beberapa lobak yang dapat dimakan, lobak awal musim memiliki hipokotil yang menebal di bawah tanah. Sedangkan, umbi kentang merupakan modifikasi batang bawah tanah (stolon) dan bagian bawang merah dan bawang putih merupakan modifikasi daun menebal (umbi). Struktur khusus ini diklasifikasikan sebagai tanaman umbi-umbian karena seluruh atau sebagian tanaman tersebut berada di bawah tanah, tanaman yang tumbuh di akar, dan memiliki fungsi sebagai penyimpan pati dan senyawa lainnya. Tanaman yang tumbuh di akar biasanya lebih mudah rusak dibandingkan sayuran lain karena faktor penyimpanan, lapisan kulit dan kandungan bahan kering yang tinggi.

a. Kentang

Kentang (*Solanum tuberosum* L.) termasuk dalam famili *Solanaceae* merupakan tanaman terpenting kelima di dunia, kaya akan kalori dan fitokimia yang aktif secara biologis (β -karoten, polifenol, asam askorbat, tokoferol, α -asam lipoat, dll). Nutrisi utama dalam kentang adalah pati karena umbi-umbian merupakan organ penyimpanan utama spesies tersebut. Kentang dapat digunakan dan disiapkan dengan cara seperti dipanggang, direbus, dikeringkan, dan digoreng.

Fitokimia yang berperan penting bagi kesehatan manusia sebagai antioksidan terkonsentrasi pada kulit kentang. Kandungannya lebih tinggi pada kultivar kentang dengan warna kulit lebih cerah dan seringnya konsumsi kentang meningkat kandungan fenolik dalam nutrisi kita. Senyawa fenolik mencegah kerusakan oksidatif DNA, mengurangi penyerapan glukosa usus, menekan adipogenesis, menurunkan tekanan darah

sistolik dan diastolic serta mencegah proliferasi sel kanker.

Kentang diketahui memiliki salah satu asam fenolat utama yaitu asam klorogenat yang berfungsi sebagai aktivitas antioksidan, antidiabetic, dan antihipertensi yang kuat. Lektin StL-20 yang diisolasi dari kentang menunjukkan aktivitas antimikroba terhadap *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli*, *Salmonella enteridis*, *Shigella boydi*, *Rhizopus spp.*, *Penicillium spp* dan *Aspergillus niger* (Konozy and Osman, 2022). Selain itu, lektin telah menunjukkan aktivitas antibiofilm terhadap *Pseudomonas aeruginosa*, sekaligus mengurangi pembentukan biofilm sebesar 5-20% dalam 24 jam tergantung pada dosis. Lektin dilaporkan menginduksi apoptosis dan memiliki potensi aktivitas antikanker (Zahorska *et al.*, 2023).

Glikoalkoloid juga memiliki banyak bioaktivitas seperti antimikroba, antikanker, anti kolesterol dan antiinflamasi. Glikoalkoloid menunjukkan aktivitas antijamur, dengan α -chaconine menghambat pertumbuhan *Aspergillus niger*, *Penicillium roqueforti*, dan *Fusarium graminearum*. Glikoalkoloid lain seperti α -solasonine dan α -solamargine *Phoma medicaginis* dan *Rhizoctonia solani* (Jensen *et al.*, 2009). Kulit kentang juga kaya akan antosianin yang berperan penting bagi kesehatan manusia. Penelitian lain melaporkan aktivitas antioksidan, antikanker dan antiinflamasi dari antosianin. Patatin, peptide yang terdapat dalam umbi kentang menunjukkan aktivitas antioksidan dan juga dapat menghambat kerusakan DNA akibat radikal hidroksil secara in vitro.

b. Seledri

Apium Graveolens L., atau yang dikenal sebagai seledri, merupakan tanaman yang dapat dimakan dari family *Apiaceae*. *A. Graveolens* memiliki spektrum sifat biologis yang luas seperti antijamur, antioksidan,

antihipertensi, antihiperlidemik, diuretic, dan antikanker. Seledri memiliki akar yang lebih sedikit dibandingkan tanaman lainnya. Beberapa penelitian mengidentifikasi beberapa senyawa fenolik dan kumarin dari ekstrak akar seledri yang terbukti memiliki efek antioksidan dan anti-inflamasi.

c. Lobak

Family Brassicaceae antara lain lobak, brokoli, kubis Brussel, kembang kol, dan kubis. Brassica rapa memiliki banyak varian seperti B. rapa varian ruvo (brokoli raab), B. rapa varian chinensis (kubis Cina), B. rapa varian pekinensis (lobak hijau), B. rapa varian paeachinensis (lobak hijau), B. rapa varian parachinensis (kubis berbunga Cina), dan B. rapa varian pervedis (sayuran hijau lembut) di antaranya Brassica rapa varian rapifera (lobak) adalah salah satu sayuran budidaya tertua. Lobak biasanya dikonsumsi sebagai sayuran rebus, sedangkan akarnya digunakan sebagai bahan obat tradisional untuk obat masuk angin. Minyak atsiri yang dihasilkan dari akar lobak menunjukkan efek antimikroba terhadap *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella enterica*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Fusarium culmorum*, *Aspergillus ochraceus*, *A. flavus* dan *Candida albicans*.

d. Talas

Tumbuhan dari family *Araceae* antara lain talas (*Colocasia esculenta*), eddoe (*Colocasia antiquorum*), talas rawa (*Cyrtosperma merkusii*), dan daun panah kuping gajah (*Xanthosoma sagittifolium*) yang banyak digunakan di negara subtropis dan tropis sebagai sumber energi karena mengandung pati dalam jumlah besar. Pati dari tanaman mempunyai peran besar dalam industri makanan dan memiliki potensi besar untuk pengembangan produk industri. Talas dapat dikonsumsi dengan cara dipanggang atau direbus.

e. Peterseli

Peterseli daun dan akar telah banyak digunakan dalam praktik kuliner sebagai garnish maupun bumbu. Peterseli (*Petroselinum crispum* (Mill)Nym) merupakan tanaman dari famili *Apiaceae* (*Umbelliferae*). Peterseli mempunyai tiga jenis utama: dua jenis yang ditanam untuk dedaunan (1) daun polos (ssp. *Neapolitanum*, Danert) dan (2) daun keriting (ssp. *Crispum*), (3) akar tunggang (akar lobak jenis ssp. *Tuberosum*). Peterseli pertama kali ditanam di wilayah Mediterania, namun saat ini dibudidayakan di seluruh dunia.

3. Sayuran Buah

Sayuran buah-buahan di *Solanaceae* (terong-terongan), *Cucurbitaceae* (labu kuning), dan *Fabaceae* (polong-polongan) tetapi terdapat juga di famili lain. Sayuran lain yaitu *Abelmoschus esculentus* (Okra) dan *Phaseolus spp.* (kacang-kacangan). Pada sayuran buah, buah utuhnya bisa dimakan, meski belum tentu dikonsumsi, misalnya seluruh kulit buah dengan plasenta dan jaringan lainnya dari tomat, terong, dan mentimun. Sayuran tersebut dapat dikupas untuk melunakkan tekstur dan meringankan rasa dengan menghilangkan sel-sel kulit yang mengeras. Buah pare yang belum matang (*Momordica charantia*) juga dapat dikupas untuk mengurangi rasa pahit yang disebabkan oleh momordioksida dan senyawa lain yang terkonsentrasi di bagian luar kulit buah.

4. Sayuran Batang

Sayuran yang bahan utamanya terdiri dari batang adalah kohlrabi (kelompok *Brassica oleracea Gongylodes*), asparagus (*Asparagus officinalis*), rebung (*Poaceae*) dan jantung palem (*Araceae*). Bunga dari banyak taksa tumbuhan dikonsumsi baik mentah atau dimasak.

C. Syarat Penyimpanan

Tanaman hortikultura dapat dikelompokkan dan disimpan ke dalam dua kategori besar berdasarkan kepekaan terhadap suhu penyimpanan. Tanaman yang sensitif terhadap suhu dingin harus disimpan pada suhu di atas 50° F (10°C). Penyimpanan di bawah ambang batas akan menimbulkan gangguan fisiologis atau sering dikenal dengan istilah *chilling injury*. Gejala yang ditunjukkan dari *chilling injury* ditandai dengan berkembangnya lesi cekung pada kulit sayuran, rentan terhadap pembusukan, peningkatan pengkerutan, dan pematangan yang tidak sempurna (rasa, tekstur, aroma, dan warna yang buruk). Sayuran yang paling rentan rusak terhadap dingin antara lain mentimun, terong, melon, okra, paprika, kentang, labu kuning, ubi jalar, dan tomat. Tanaman yang tidak sensitif terhadap kerusakan akibat suhu dingin dapat disimpan pada suhu serendah 32°F (0°C).

D. Penanganan Pasca Panen

Sayuran merupakan organisme hidup dan terus bernafas setelah dipanen. Respirasi aerobik adalah pemecahan oksidatif substrat yang lebih kompleks, umumnya ada di dalam sel seperti pati, gula, dan asam organik menjadi molekul yang lebih sederhana (biasanya CO₂ dan air). Reaksi ini menghasilkan energi dan regenerasi *adenosin trifosfat* (ATP) dari *adenin difosfat* (ADP) dan fosfat anorganik, dimana masing-masing dikatalisis oleh enzim tertentu dan memecah molekul kompleks menjadi molekul yang lebih sederhana. Apabila O₂ pada ruangan penyimpanan tidak ada atau persediaannya terbatas, maka respirasi aerobik dapat berubah menjadi respirasi anaerobik atau lebih sering disebut fermentasi (Follett and Neven, 2020).

Umur simpan atau umur tanaman yang dapat dipasarkan dapat diperpanjang dengan berbagai perlakuan yang diterapkan pada tanaman tersebut setelah panen. Hal terpenting adalah pengelolaan suhu termasuk rantai dingin di mana suhu tanaman diturunkan dengan cepat segera setelah panen untuk menstabilkan tanaman, dan kemudian dipertahankan dalam

kondisi tersebut hingga mencapai konsumen. Berbagai macam bahan kimia diberikan pada tanaman setelah panen untuk mengendalikan penyakit, menunda atau mencegah perkecambahan atau mempengaruhi metabolisme tanaman (Liu, Zhang and Bhandari, 2020).

Pertimbangan fisiologis yang penting untuk meningkatkan kualitas pascapanen dan memperpanjang umur simpan sayuran adalah laju respirasi sayuran; suhu penyimpanan dan konsentrasi O_2/CO_2 optimal pada penyimpanan *modified/ controlled atmosphere* (MA/CA); stress etilen, biotik dan abiotik. Sayuran umumnya diklasifikasikan berdasarkan laju respirasinya seperti pada tabel 11.1

Tabel 11. 1. Klasifikasi Sayuran Berdasarkan Laju Respirasi

Kategori	Laju Respirasi 5°C (mL CO_2 /kg/hr)	Sayuran
Sangat Tinggi	>30	Brokoli, jamur, asparagus, jagung manis
Tinggi	20-30	Kubis, bayam, artichoke, daun bawang
Sedang	10-20	Okra, kembang kol, terong, kacang kratok, kapri, selada
Rendah	5-10	Lobak, wortel, seledri, tomat, mentimun
Sangat Rendah	<5	Bawang bombai, bawang putih, kentang, turnip, parsnips

1. Pendinginan

Chilling dan *freezing injury* sering ditemukan selama penyimpanan sayuran di lemari pendingin. Produk-produk daerah tropis sangat rentan terhadap kerusakan akibat pendinginan, dan suhu ambang batas untuk menyebabkan kerusakan akibat pendinginan lebih tinggi dibandingkan dengan komoditas di daerah beriklim sedang (Liu *et al.*, 2022). Sayuran tropis memerlukan suhu penyimpanan optimal antara 10-15°C, di mana suhu tersebut rentan terhadap kerusakan akibat suhu dingin. Tanaman di daerah beriklim sedang biasanya memiliki ambang batas suhu kerusakan dingin <5 °C. Selama *chilling injury*, beberapa perubahan metabolisme ireversibel terjadi, yang mengakibatkan gejala seperti lesi permukaan, perubahan warna internal, jaringan terendam air dan kegagalan sayur untuk matang secara normal. Sayuran yang telah mengalami kerusakan akibat suhu dingin mungkin sangat rentan terhadap pembusukan (Zhu, Du and Xu, 2018).

Tabel 11. 2. Suhu Penyimpanan Yang Disarankan Untuk Sayuran Tertentu

Temperatur (°C)	Sayuran
0-2	Asparagus, blewah, water chestnut, dll
2-7	Buncis, kacang kratok, kacang polong, labu
7-13	Mentimun, terong, okra, waluh, labu manis, tomat matang
13	Jahe, kentang manis, tomat hijau

Pathogen seperti *Alternaria* sp yang biasanya mudah tumbuh pada jaringan sayuran yang sehat dapat menyerang jaringan yang melemah karena paparan suhu rendah. Suhu penyimpanan di bawah nilai ambang batas dan durasi pemaparan terhadap suhu tersebut menentukan Tingkat kerusakan akibat kedinginan. Kematangan saat panen juga menentukan sensitivitas dingin pada sayuran seperti tomat.

Penurunan suhu penyimpanan sebesar 1-2°C dibawah nilai ambang batas dapat meningkatkan umur simpan sayuran tropis secara signifikan (P Thambi *et al.*, 2024).

2. Atmosfir Terkendali (CA Storage)

Penyimpanan menggunakan atmosfir terkendali melibatkan pemeliharaan sayuran di atmosfer yang komposisi gasnya dikontrol secara artifisial, terutama untuk mengurangi konsentrasi O₂ dan meningkatkan konsentrasi CO₂, dan kadar O₂ dan CO₂ harus dikontrol dalam kisaran yang sempit. Secara umum, hasil penyimpanan di atmosfir terkendali lebih unggul karena kondisi gas dan suhu yang dikontrol lebih ketat, sedangkan dalam penyimpanan atmosfir termodifikasi, gas dalam bahan kemasan dipengaruhi oleh respirasi sayuran dan mungkin terdapat paparan dari udara sekitar (Thompson *et al.*, 2019).

3. Atmosfir termodifikasi (MA Storage)

Pengemasan dengan atmosfer yang dimodifikasi dikombinasikan dengan suhu penyimpanan rendah, merupakan teknik yang efektif untuk memperpanjang umur simpan. Pengemasan dengan atmosfer termodifikasi dapat dicapai dengan penggantian udara secara mekanis dengan gas tunggal atau campuran gas, atau dengan menghasilkan atmosfer di dalam kemasan baik secara pasif maupun aktif. Pembentukan atmosfer pasif di dalam kemasan dapat diterapkan pada sayuran yang direspirasi menggunakan oksigen diikuti dengan meningkatnya karbondioksida, sedangkan pembentukan atmosfer aktif dapat dilakukan dengan menggunakan teknik pengurangan dan atau penambahan gas-gas ke dalam kemasan baik secara langsung maupun tidak langsung (Fang and Wakisaka, 2021).

4. Pelapisan Lilin

Lapisan lilin terbuat dari bahan kimia berbeda yang mungkin tidak dapat dimakan tetapi dapat diuapkan selama proses pengeringan. Umumnya pelapis ini harus disetujui sebagai “Food Grade” oleh otoritas yang berwenang di masing-masing negara dan disertifikasi untuk digunakan.

Pelapis digunakan untuk mengubah atmosfer internal dan mengurangi kehilangan air pada sayuran ataupun buah. Pelapis menghalangi pori-pori pada kulit produk, sehingga mengurangi kehilangan air dan membantu melindungi dari patogen (Susmita Devi *et al.*, 2022).

E. Kandungan Fitokimia Bioaktif dalam Sayuran

Komposisi sayuran dipengaruhi oleh berbagai faktor yang meliputi keragaman genetic, kondisi iklim, praktik budaya, kematangan, dan kondisi penyimpanan. Sayuran kaya akan air, karbohidrat, vitamin, dan mineral tetapi secara umum rendah protein dan lipid. Sayuran terkenal dengan kandungan mineral dan vitaminnya. Diantaranya vitamin B kompleks dan C, selain itu sayuran mengandung sejumlah besar makro mineral seperti kalium, fosfor, magnesium, kalsium, dan natrium. Sayuran juga mengandung sejumlah besar mineral mikro, seperti zat besi, seng, tembaga, dan selenium. Golongan senyawa fenolik yang terdapat dalam sayuran meliputi asam fenolik dan flavonoid seperti flavon, flavonol, flavonon, flavononol, isoflavone, dan flavan serta senyawa amino fenolik (Nayak, Liu and Tang, 2015). Kandungan senyawa fenolik pada sayuran dipengaruhi oleh berbagai faktor yaitu varietas kondisi iklim dan cara pertanian, kematangan saat panen, dan kondisi penyimpanan (Sarker and Oba, 2018).

Sayuran juga kaya akan fitokimia, dimana fitokimia merupakan senyawa bioaktif non-nutrien. Fitokimia berperan penting dalam proses biologis tanaman dan juga mempengaruhi warna dan rasa makanan. Golongan fitokimia berdasarkan struktur kimianya (misal: polifenol, karotenoid, senyawa organosulfur, dan alkaloid). Manfaat lain dari fitokimia dalam sayuran dapat mengurangi agregasi trombosit, memodulasi sintesis dan penyerapan kolesterol, serta menurunkan tekanan darah. Beberapa fitokimia seperti polifenol merupakan anti-inflamasi yang bekerja sebagai inhibitor siklooksigenase (COX)-2, suatu sitokin proinflamasi yang tidak terdeteksi di sebagian

besar jaringan normal tetapi diinduksi oleh rangsangan inflamasi dan mitogenik (Umesalma and Sudhandiran, 2010).

Fitokimia dalam sayuran seperti likopen dalam tomat, glukosinolat dalam brokoli, kubis dan kangkong, serta alil sulfida dalam bawang putih dapat membatasi kerusakan DNA dan kromosom melalui peran antioksidan, modulasi detoksifikasi dan sistem kekebalan tubuh, serta gangguan pada hormon (Sharma and Kaushik, 2021).

DAFTAR PUSTAKA

- Fang, Y. and Wakisaka, M. (2021) 'A Review On The Modified Atmosphere Preservation Of Fruits And Vegetables With Cutting-Edge Technologies', *Agriculture (Switzerland)*, 11(10), pp. 1-16. doi: 10.3390/agriculture11100992.
- Follett, P. A. and Neven, L. G. (2020) 'Phytosanitary Irradiation: Does Modified Atmosphere Packaging Or Controlled Atmosphere Storage Creating A Low Oxygen Environment Threaten Treatment Efficacy?', *Radiation Physics and Chemistry*, 173(March). doi: 10.1016/j.radphyschem.2020.108874.
- Górska-Warsewicz, H. et al. (2021) 'Vegetables, Potatoes And Their Products As Sources Of Energy And Nutrients To The Average Diet In Poland', *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(6), pp. 1-23. doi: 10.3390/ijerph18063217.
- Hongbo, L. et al. (2023) 'Vegetable Biology And Breeding In The Genomics Era', *Sci China Life Sci*, Feb (66(2)), pp. 226-250. doi: 10.1007/s11427-022-2248-6.
- Ilić, Z. S. and Fallik, E. (2017) 'Light Quality Manipulation Improves Vegetable Quality At Harvest And Postharvest: A review', *Environmental and Experimental Botany*, 139(April), pp. 79-90. doi: 10.1016/j.envexpbot.2017.04.006.
- Jensen, P. H. et al. (2009) 'Degradation of the Potato Glycoalkaloid A-Solanine In Three Agricultural Soils', *Chemosphere*, 76(8), pp. 1150-1155. doi: 10.1016/j.chemosphere.2009.04.008.
- Konozy, E. H. E. and Osman, M. E. fadil M. (2022) 'Plant lectin: A Promising Future Anti-Tumor Drug', *Biochimie*, 202, pp. 136-145. doi: 10.1016/j.biochi.2022.08.002.
- Liu, H. et al. (2022) 'Changes of Sensory Quality, Flavor-Related Metabolites and Gene Expression in Peach Fruit Treated by Controlled Atmosphere (CA) under Cold Storage',

International Journal of Molecular Sciences, 23(13). doi: 10.3390/ijms23137141.

- Liu, W., Zhang, M. and Bhandari, B. (2020) 'Nanotechnology–A Shelf Life Extension Strategy For Fruits And Vegetables', *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. Taylor & Francis, 60(10), pp. 1706–1721. doi: 10.1080/10408398.2019.1589415.
- Megnanou, R. (2014) 'Proximate Composition And Nutritive Value Of Leafy Vegetables Consumed in Northern Cote d ' Ivoire Oulai Patricia', 10(6), pp. 212–227.
- Nayak, B., Liu, R. H. and Tang, J. (2015) 'Effect of Processing on Phenolic Antioxidants of Fruits, Vegetables, and Grains – A Review', *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 55(7), pp. 887–918. doi: 10.1080/10408398.2011.654142.
- P Thambi, N. et al. (2024) 'Alternaria sp., a New Pathogen Causing Leaf Spot In Broccoli, And Its Management with Monarda Citriodora Essential Oil (MEO) and Isoeugenol Combination', *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 131(March 2023). doi: 10.1016/j.pmpp.2024.102293.
- Sarker, U. and Oba, S. (2018) 'Response of Nutrients, Minerals, Antioxidant Leaf Pigments, Vitamins, Polyphenol, Flavonoid And Antioxidant Activity In Selected Vegetable Amaranth Under Four Soil Water Content', *Food Chemistry*, 252(January), pp. 72–83. doi: 10.1016/j.foodchem.2018.01.097.
- Science, V. (2020) 'Special Horticultural Practices For Vegetable Crops Under Protected Cultivation', 9(3), pp. 425–430.
- Sharma, M. and Kaushik, P. (2021) 'Vegetable Phytochemicals: An Update On Extraction And Analysis Techniques', *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 36(June). doi: 10.1016/j.bcab.2021.102149.
- Susmita Devi, L. et al. (2022) 'Carnauba Wax-Based Composite Films And Coatings: Recent Advancement in Prolonging Postharvest Shelf-Life Of Fruits And Vegetables', *Trends in*

Food Science and Technology, 129(June), pp. 296–305. doi: 10.1016/j.tifs.2022.09.019.

Thompson, A. K. et al. (2019) *Controlled Atmosphere Storage Of Fruit And Vegetables*. 3rd edn. English: CAB International.

Umesalma, S. and Sudhandiran, G. (2010) 'Differential Inhibitory Effects Of The Polyphenol Ellagic Acid On Inflammatory Mediators NF- κ B, iNOS, COX-2, TNF- α , and IL-6 in 1,2-Dimethylhydrazine-Induced Rat Colon Carcinogenesis', *Basic and Clinical Pharmacology and Toxicology*, 107(2), pp. 650–655. doi: 10.1111/j.1742-7843.2010.00565.x.

van Kleunen, M. et al. (2018) 'The Changing Role Of Ornamental Horticulture In Alien Plant Invasions', *Biological Reviews*, 93(3), pp. 1421–1437. doi: 10.1111/brv.12402.

Zahorska, E. et al. (2023) 'Neutralizing the Impact of the Virulence Factor Lec A from *Pseudomonas aeruginosa* on Human Cells with New Glycomimetic Inhibitors', *Angewandte Chemie - International Edition*, 62(7). doi: 10.1002/anie.202215535.

Zhu, F., Du, B. and Xu, B. (2018) 'Anti-inflammatory effects of Phytochemicals From Fruits, Vegetables, And Food Legumes: A review', *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. Taylor & Francis, 58(8), pp. 1260–1270. doi: 10.1080/10408398.2016.1251390.

BAB 12

BUMBU DAN MADU SEBAGAI BAHAN PANGAN

Kuntari Astriana, S.Gz., M.Gizi

A. Bumbu dan Rempah

Tanaman aromatik yang disebut bumbu atau "herb", digunakan untuk menambah rasa dan penyedap makanan. Bumbu biasanya digunakan saat masih segar karena sebagian besar berasal dari tumbuh-tumbuhan dari wilayah dingin. Namun, rempah, juga dikenal sebagai "rempah", adalah tanaman atau bagian dari tanaman yang digunakan untuk menambah atau membangkitkan selera makan pada makanan. Sebagian besar rempah tumbuh di wilayah tropik dan digunakan dalam pengolahan makanan untuk menambah rasa pada makanan. Rempah juga dapat didefinisikan sebagai bumbu kering yang disimpan dalam bentuk bubuk, atau bubuk. Sebenarnya, rempah dan bumbu memiliki peran yang sama: keduanya memberi dan meningkatkan rasa dan aroma makanan. Bumbu, jika digunakan dalam bentuk segar, dapat berasal dari makanan hewani atau tumbuh-tumbuhan. Mereka juga digunakan sebagai penyedap makanan untuk meningkatkan selera makan. Rempah adalah bahan yang digunakan untuk memasak yang berasal dari tumbuhan dan biasanya kering. Bagian tanaman yang digunakan dapat berupa batang, umbi, akar, biji, daun, bunga, dan bagian lainnya.

Bumbu dapat didefinisikan sebagai bahan yang mengandung satu atau lebih rempah (baik segar maupun terolah) yang ditambahkan ke dalam makanan selama proses

pengolahan atau penyiapan sebelum disajikan dengan tujuan meningkatkan rasa, aroma, atau penampilan suatu makanan secara keseluruhan. *Seasoning* dan *condiment* adalah istilah untuk bumbu yang ditambahkan pada makanan selama proses pengolahan atau pemasakan. Bumbu yang ditambahkan pada makanan pada tahap penyiapan (sebelum disajikan atau dikonsumsi, bukan saat pemasakan). Dari apa yang disebutkan di atas, pikel, saus, dan kecap manis dapat dianggap sebagai *condiment*. Beberapa rempah juga berkontribusi pada tekstur, warna, dan tampilan makanan. Komponen rempah yang bersifat volatil atau mudah menguap menciptakan aroma, sementara komponen rempah yang tidak volatil mempengaruhi rasa makanan. Banyak bahan aktif rempah berfungsi sebagai antimikroba dan antioksidan selain memberikan sensasi dan aroma lainnya. Rempah-rempah memiliki sifat antimikroba yang dapat melindungi makanan dari aktivitas mikroba.

Rempah kering lebih mudah digunakan daripada rempah segar karena mereka lebih mudah ditimbang atau ditangani. Rempah kering memiliki umur simpan yang lebih lama daripada rempah segar karena kadar airnya yang rendah. Rasa rempah kering biasanya lebih lemah daripada rempah segar. Hal ini disebabkan oleh fakta bahwa bahan rasa biasanya tidak stabil dan menguap selama proses pengeringan rempah. Dibandingkan dengan rempah segar atau kering, rempah ekstrak memiliki rasa dan warna yang lebih standar, penampilan, warna, dan rasa yang seragam, dan tingkat kontaminasi mikroba yang lebih rendah. Selain itu, ekstrak rempah tidak membutuhkan banyak ruang penyimpanan. Salah satu kelemahan ekstrak rempah adalah masalah saat digunakan, seperti menimbang dan mencampurkannya, terutama ketika ekstrak dalam bentuk cair, dan rasa dan aroma yang tidak sama dengan rempah segar.

Komponen kimiawi yang berbeda yang terlibat dalam pembentukan rasa dimiliki oleh berbagai rempah. Jenis rempah tidak selalu memiliki satu rasa dan aroma saja; mereka juga bisa memiliki rasa dan aroma yang kompleks. Selain itu, bahan kimia

yang terkandung dalam beberapa rempah memberikan tekstur dan warna produk. Jadi, seberapa banyak rempah yang digunakan dan bagaimana mereka mempengaruhi rasa, aroma, tekstur, dan warna makanan sangat tergantung pada bagaimana mereka berfungsi. Tidak semua rempah memiliki rasa yang sama. Seringkali, pengaruh penanganan selama proses pembuatan memberikan pengaruh yang berbeda pada pembentukan rasa rempah. Sebagai contoh, beberapa rempah memerlukan proses penggilingan, irisan, sangrai, penggorengan, atau rebus untuk menghasilkan rasa unik mereka. Selama proses pemasakan, rempah juga menghasilkan rasa yang unik. Akibatnya, seringkali rempah yang sama akan menghasilkan rasa dan aroma yang berbeda ketika diolah dengan cara yang berbeda. Proses pemasakan yang digunakan akan mengurangi kekuatan rasa dan aroma yang tidak disukai.

Selain itu, rasa rempah bervariasi dalam ketahanan mereka terhadap panas. Pemanasan pada suhu tinggi dapat merusak rasa rempah tertentu, tetapi beberapa rempah akan mempertahankan rasanya. Pada tahap pengolahan yang tepat, menambah rempah yang berbeda untuk masing-masing rempah akan membantu mempertahankan rasa masing-masing rempah dan mengimbangnya dengan rasa rempah lain. Ketika mempersiapkan bumbu yang terdiri dari campuran beberapa rempah, teknik menambahkan rempah ke dalam masakan harus dipertimbangkan.

Beberapa etnik menggunakan anggur (*wine*) atau produk beralkohol lainnya untuk mempertahankan aroma rempah, karena volatil mudah larut dalam alkohol. Selain itu, rempah sering dimasak (ditumis) dalam minyak sebelum dicampur dengan bahan lain untuk hasil yang lebih baik. Sementara rempah segar yang digiling sesaat sebelum digunakan memiliki rasa yang lebih tajam, proses penyangraian rempah sebelum digunakan menguapkan sebagian besar air rempah. Bumbu memberikan warna, rasa, dan aroma pada makanan. Dengan menggunakan bahan yang sama tetapi dengan formula bumbu yang berbeda, masakan akan memiliki cita rasa yang berbeda.

Dalam pengolahan makanan, bumbu sangat penting karena berguna untuk memberi rasa dan aroma pada masakan yang dimasak. Menggabungkan rasa asli bahan makanan dengan rasa bumbu akan menghasilkan rasa masakan yang lezat. Bumbu, seperti kunyit, asam, jeruk nipis, dan gula, juga dapat digunakan untuk mengawetkan makanan. Banyak bumbu yang digunakan orang Indonesia sebagai pelengkap rasa, seperti bumbu asam. Asam gelugur, yang dibuat dari jeruk keprok yang diiris tipis dan kemudian dikeringkan, adalah bumbu yang paling umum di Sumatera. Bumbu ini bermanfaat untuk memberikan rasa dan aroma asam pada masakan tanpa membuatnya menjadi keruh. Semua orang di Jawa mengenal asam Jawa, baik segar maupun matang. Penggunaannya adalah dengan mencairkan asam terlebih dahulu dari air seduhan, kemudian ditambahkan pada masakan untuk memberikan rasa asam yang segar. Asam sunti dan asam kandis, yang diperoleh dari kulit buah jeruk yang dikeringkan, dan belimbing wuluh, dapat digunakan sebagai pengganti asam jenis ini jika tidak ada di daerah Anda. Bumbu daun juga dikenal sebagai bumbu asam, dan banyak orang menggunakannya sebagai bumbu. Daun jinten segar digunakan pada masakan ikan di Manado untuk mengurangi bau amisnya. Ada juga orang yang menggunakan daun salam, koya atau daun kari dan daun kunyit untuk menambah rasa pada gulai, kari, dan kuah santan lainnya. Di sisi lain, orang-orang di Jawa Barat mengenal membuat pepes dengan daun kemangi. Beberapa bumbu yang digunakan dalam masakan daerah juga digunakan dalam masakan oriental, seperti daun ketumbar, yang biasanya digunakan dalam soup atau hidangan laut oriental. Rempah atau bumbu yang sudah dikeringkan dapat digunakan dalam waktu yang lebih lama, tetapi bumbu yang digunakan dalam keadaan segar memiliki masa simpan yang lebih singkat.

Kondisi penyimpanan yang baik memungkinkan bumbu dan rempah untuk mempertahankan kualitasnya selama penyimpanan. Agar rasa, aroma, dan warna bumbu dan rempah tetap terjaga, kemasan yang digunakan harus melindungi dari

oksidasi. Jenis, metode pengolahan, pengemasan, dan lokasi penyimpanan bumbu dan rempah mempengaruhi lama penyimpanan. Untuk memperpanjang umur penggunaan bumbu dan rempah, harus disimpan dengan baik. Rempah kering utuh dan ekstrak dapat disimpan antara dua sampai empat tahun, rempah kering giling enam sampai dua tahun, dan rempah daun kering tiga sampai dua tahun. Dicuci, disimpan dalam wadah tertutup, atau dikupas dibungkus dalam kantong plastik dan disimpan dalam lemari pendingin. Bumbu harus disimpan dalam keadaan matang dan dimasukkan ke dalam botol kaca atau botol plastik jika dikemas; bumbu yang banyak mengandung air sebaiknya digantung dalam keranjang berlubang dan sesekali dijemur. Agar bumbu tidak cepat membusuk, bumbu halus harus disimpan dalam keadaan dingin dan dimasukkan ke dalam botol kaca atau botol plastik, dan ditutup rapat.

Dua kategori utama bumbu adalah basah dan kering. Bumbu basah seperti kunyit, kencur, temu kunci, jahe, serai, bawang putih, cabai, daun bawang, dll. Bumbu kering seperti kayu manis, lada, pala, jinten, kapulaga, ketumbar, dan cengkeh. Dengan waktu, orang mulai membuat bumbu buatan yang memiliki tujuan yang sama dengan bumbu alami, yaitu untuk menambah rasa untuk masakan agar lebih lezat. Berdasarkan bagian tanaman yang digunakan, bumbu dapur dapat dimasukkan ke dalam enam kelompok.

1. Bumbu dari bunga: cengkeh (*cloves*), bunga telang, bunga kecombrang, bunga lawang atau pekak.
2. Bumbu dari buah dan biji: adas (*anisud*), asam (*tamarin*), bunga pala (*mace*), biji pala (*nutmeg*), cabai kecil (*Cayenne*), cabai besar (*red chilli*), jintan (*cumin*), kapulaga (*cardamon*), kemiri (*candlenut*), ketumbar (*corriander*), lada putih (*white pepper*), lada hitam (*black pepper*), vanili (*vanilla seed*), biji selasih (*poppy seed*).
3. Bumbu dari daun: daun jeruk (*citrus leaf*), daun kemangi (*basil leaf*), daun salam (*bay leaf*), daun kucai (*chives*), peterseli (*parsley*), seledri (*cellery*).

4. Bumbu dari batang: kayu manis (*cinnamon*), kulit kasia (*casea*), sereh, kayu secang.
5. Bumbu dari akar: jahe (*ginger*), kencur (*galanga*), kunyit (*turmeric*), kunci, lengkuas.
6. Bumbu dari umbi lapis: bawang merah (*shallot*), bawang putih (*garlic*), bawang bombay (*onion*), bawang pre (*leek*).

Dunia kuliner mengenal bumbu dan rempah dari benua Eropa, yang biasanya disebut sebagai bumbu kontinental. Beberapa rempah dan bumbu ini adalah *thyme*, *peterseli*, *bay leaf*, *sage*, *rosemary*, *basil*, *tarragon*, *oregano*, dan *peterseli*. *Thyme*, *peterseli*, dan *bay leaf* banyak digunakan dalam kuah kaldu atau soup. *Oregano* dan *basil* lebih banyak digunakan dalam masakan Italia. Daun *dill* atau mint digunakan dalam salad. Saat ini, para petani kita sudah banyak menanam bumbu kontinental sehingga dapat ditemukan dalam bentuk segar. Bentuk kering dalam kemasan dapat dibeli di toko swalayan jika tidak tersedia.

Tabel 12. 1. Kandungan Gizi Bumbu dan Rempah

Nama Bumbu	Energi (kkal)	Protein (g)	Lemak (g)	KH (g)
Asam arang coklat	130	0,5	1,1	30,9
Asam arang merah	99	0,8	1,6	20,3
Asam kandis segar	75	0,2	1,1	16,1
Asam payak	135	0,8	0,4	32,1
Balichong	152	13,2	0,8	22,9
Bawang merah	46	1,5	0,3	9,2
Bawang putih	112	4,5	0,2	23,1
Bekasam	116	11,9	4,9	6,1
Bekasang	78	11,4	2	3,6
Boros kunci	40	1	0,8	7,2
Cabai gembor merah	38	1,6	0,8	6,3
Cabai hijau segar	26	0,7	0,3	5,2
Cabai merah kering	367	15,9	6,2	61,8
Cabai merah segar	36	1	0,3	7,3
Cabai rawit	120	4,7	2,4	19,9

Nama Bumbu	Energi (kkal)	Protein (g)	Lemak (g)	KH (g)
Cengkeh kering	330	5,2	8,9	57,4
Cuka	21	0,1	0,1	5
Daun salam kering	301	14,2	10,9	49
Jahe	51	1,5	1	0,1
Kecap	71	5,7	1,3	9
Kemiri	675	19	63	8
Ketumbar	418	14,1	16,1	54,2
Kluwek	310	10	24	13,5
Kunyit	69	2	2,7	9,1
Merica	365	11,5	6,8	64,4
Pala biji	518	7,5	36,4	40,1
Petis ikan	165	20	0,2	20,8
Petis udang kering	345	23,8	1,4	59,3
Petis udang pasta	220	15	0,9	38
Tempoyak	110	1,7	1,3	21,9
Terasi	155	22,3	2,9	9,9

Sumber: Tabel Komposisi Pangan Indonesia, 2017

B. Madu

Madu adalah cairan kental berwarna kuning kecoklatan dengan rasa biasanya manis. Madu adalah produk alami yang dihasilkan oleh lebah dari nektar yang banyak dihasilkan melalui hasil budidaya lebah. Madu biasanya diperoleh dari lebah liar, atau madu hutan. Madu juga merupakan bahan makanan yang dapat dikonsumsi tanpa diolah dahulu. Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI 8664-2028), madu adalah cairan alami dengan rasa manis yang dibuat oleh lebah madu (*Apis sp.*) dari ekstrak floral serangga atau sari bunga tanaman (floral nectar).

Tabel 12. 2. Persyaratan Mutu Madu Menurut SNI

No	Jenis uji	Satuan	Persyaratan		
			Madu hutan	Madu budidaya	Madu lebah tanpa sengat
A	Uji organoleptik				
1	Bau		Khas madu	Khas madu	Khas madu
2	Rasa		Khas madu	Khas madu	Khas madu
B	Uji laboratoris				
1	Aktivitas enzim diastase	DN	min 1*)	min 3*)	min 1*)
2	Hidroksimetilfurfural (HMF)	mg/kg	maks 40	maks 40	maks 40
3	Kadar air	% b/b	maks 22	maks 22	maks 22
4	Gula pereduksi (dihitung sebagai glukosa)	% b/b	min 65	min 65	min 55
5	Sukrosa	% b/b	maks 5	maks 5	maks 5
6	Keasaman	ml NaOH/kg	maks 50	maks 50	maks 200
7	Padatan tak larut air	% b/b	maks 0,5	maks 0,5	maks 0,7
8	Abu	% b/b	maks 0,5	maks 0,5	maks 0,5
9	Cemaran logam	mg/kg			
	9.1 Timbal (Pb)	mg/kg	maks 1,0	maks 1,0	maks 1,0
	9.2 Cadmium (Cd)	mg/kg	maks 0,2	maks 0,2	maks 0,2
	9.3 Merkuri (Hg)	mg/kg	maks 0,03	Maks 0,03	maks 0,03
10	Cemaran arsen (As)	mg/kg	maks 1,0	maks 1,0	maks 1,0
11	Kloramfenikol	mg/kg	Tidak terdeteksi		
CATATAN*) Persyaratan ini berdasarkan pengujian setelah madu dipanen					

Sumber : SNI 8664-2028 Madu

1. Jenis-Jenis Madu Berdasarkan Sumbernya

Dilihat dari nectar bunga atau sari bunga yang dimakan atau dibawa oleh lebah, ada banyak jenis madu yang dihasilkan oleh lebah atau tawon. Jenis-jenis madu ini antara lain:

Madu flora, juga dikenal sebagai madu bunga, adalah madu murni yang dibuat dari nectar bunga dan terdiri dari dua jenis madu:

- a. Madu monoflora adalah madu yang dibuat dari nectar hanya satu jenis buga.
- b. Madu porliflora adalah madu yang dibuat dari nectar yang berasal dari beberapa jenis bunga.

Madu embun, juga dikenal sebagai madu embun, adalah madu yang dibuat oleh lebah dari sekresi serangga tertentu yang sering ditemukan pada tumbuh-tumbuhan atau kelopak bunga.

Madu ekstrasflora adalah madu yang dibuat dari nectar non flora atau tidak berasal dari bunga.

2. Jenis-Jenis dan Karakteristik Madu

- a. Madu Akasia

Madu akasia memiliki aroma yang lembut dan berwarna kuning susu. Jenis madu ini selalu cair karena kandungan fruktosanya yang tinggi.

- b. Madu Limau

Karena rasa dan aromanya yang lezat, jenis madu ini adalah yang paling laris di pasaran. Madu ini berwarna kuning kehijauan. Zazzafun, atau pohon limau, disebut juga ratunya pepohonan madu karena lebah-lebah madu datang dalam kelompok besar selama musim panas.

- c. Madu Heather

Madu Heather berwarna kuning gelap atau merah kecoklatan dengan rasa yang menyengat dan lembut. Itu unik karena membeku dalam keadaan diam tetapi cair saat diguncangkan.

- d. Madu Lobak
Karena mengandung glukosa yang tinggi, buah lobak ini mengkristal lebih cepat, yang menyebabkan warnanya yang putih dan rasa manisnya yang menyengat. Madu ini tidak disukai di pasar karena cepat mengalami granulasi dan akan meleleh di dalam sarang lebah jika tidak disaring segera.
- e. Madu Alfalfa
Madu kuning ini berwarna kuning muda, memiliki aroma yang wangi, rasa yang lembut, dan mengkristal dengan cepat. Karena itu, sering dijual bersama sarangnya.
- f. Madu Willow
Pohon Willow, atau sanafiyah, dengan daun berwarna ungu adalah sumber madu ini. Salah satu jenis madu ini adalah yang paling enak dan memiliki aroma yang sangat wangi. Madu ini berwarna hijau muda dan mengkristal lebih lambat daripada madu lobak. Oleh karena itu, madu ini akan tetap cair selama bertahun-tahun.
- g. Madu Eucalyptu
Madu dengan citarasa yang kuat dan warna kuning muda ini dikenal memiliki sifat pengobatan penyakit dada.
- h. Madu Citrus
Madu berwarna terang dengan rasa lezat ini berasal dari pohon lemon, tetapi biasanya disebut "madu jeruk".
- i. Madu Sikamore
Sikamore madu (sycamore, sejenis pohon rindang) Madu ini masak dengan cepat, jadi lebih baik makan satu bulan setelah penyaringan.
- j. Madu Dandelion
Madu dandelion, sejenis rumput berbunga kuning, memiliki ciri khas yang berwarna kuning tua keemasan. Aroma dan rasa manis madu ini sangat tajam.
- k. Madu Campuran
Madu yang dicampur untuk mendapatkan rasa dan warna yang diinginkan. Ini adalah jenis madu yang paling umum digunakan dalam kemasan.

1. Madu Apel

Madu yang berasal dari pohon Apel memiliki aroma yang segar, madu dari pohon Turnip (*Barassica Rapa*) beraroma netral, sedangkan madu yang berasal dari pohon jeruk aromanya tajam menyegarkan.

3. Cara Memperoleh Madu

- a. *Honeycomb* yaitu madu yang diletakkan oleh lebah didalam sel yang berbentuk segi enam yang ditutupi lilin. Jenis madu ini di jual kepada konsumen dalam bentuk kemasan yang sesuai dengan aslinya.
- b. Madu saringan atau madu peras (*strained honey*) yaitu madu yang diperoleh melalui proses yang menggunakan alat khusus yang kemudian diletakkan dalam kemasan kaca ataupun botol.
- c. Madu ekstraksi madu yang didapat dari proses sentrifugasi.

4. Spesifikasi Madu

a. Warna

Madu memiliki berbagai warna dari kuning terang hingga semu hitam. Para peneliti belum menemukan penyebab pasti dari hal ini. Ada yang mengatakan bahwa itu karena zat warna caroteroides atau asam tanic dalam tanaman. Lebah menghisap sari bunga untuk memasukkan zat ke dalam madu. Warna madu juga dipengaruhi oleh proses pembuatan madu saat dipanaskan. Warna biasanya mirip dengan tumbuhan asal madu, dan warna juga menunjukkan jenis madu.

b. Kekentalan

Sifat kental madu disebabkan oleh bahan tertentu. Namun, madu Heather memiliki gelembung udara kecil di dalamnya jika Anda menerawangnya di depan sumber cahaya. Madu Heather tidak sama dengan madu yang mengalami fenomena ini. Kandungan protein yang tinggi

dalam madu ini menyebabkan fenomena seperti ini terjadi.

c. Aroma

Aroma madu terbentuk dari menguapnya kumpulan zat organik dalam madu. Para ahli madu mampu mengetahui sumber madu hanya dengan mencium baunya saja. Namun, hal itu kadang sulit dilakukan ketika madu berasal dari berbagai macam bunga.

d. Kepadatan (Densitas)

Salah satu karakteristik madu adalah kepadatannya mengikuti gaya gravitasi sesuai berat jenisnya. Madu yang lebih kental dan padat akan berada di atas yang kaya akan air dan memiliki densitas rendah.

e. Sifat Menarik Air (Higroskopis)

Madu bersifat menyerap air sehingga akan bertambah encer dan akan menyerap kelembapan udara sekitarnya.

f. Tegangan Permukaan (*Surface Tension*)

Madu memiliki tegangan permukaan yang rendah, yang membuatnya sering digunakan sebagai campuran kosmetik. Tegangan permukaan madu bervariasi tergantung pada sumber nektarnya dan berkorelasi dengan jumlah zat koloid yang ada di dalamnya.

g. Suhu

Bergantung pada komposisi dan derajat pengkristalannya, makanan dapat menyerap suhu lingkungan dengan lambat. Madu mudah mengalami overheating (kelebihan panas) karena sifatnya yang mampu menghantarkan panas dan kekentalan yang tinggi. Karena itu, madu harus diaduk dan dipanaskan dengan hati-hati.

h. Rasa

Rasa madu yang khas ditentukan oleh kandungannya asam organik dan karbohidratnya, juga dipengaruhi oleh sumber nektarnya. Kebanyakan madu rasanya manis dan

agak asam. Manisnya madu ditentukan oleh rasio karbohidrat yang terkandung dalam nectar tanaman yang menjadi sumber madu.

i. Sifat Mengkristal (Kristalisasi)

Jika madu mengkristal saat disimpan di suhu kamar, banyak orang mengira itu menandakan madu berkualitas rendah atau ditambahkan gula. Namun, tergantung pada kondisi dan komposisi penyimpanan madu, kristal glukosa monohidrat terbentuk. Pengkristalan terjadi lebih cepat dengan kandungan air yang lebih rendah dan kadar glukosa yang lebih tinggi.

j. Memutar Optic (Membelokkan Cahaya)

Madu memiliki kemampuan untuk mengubah sudut putaran cahaya terpolarisasi karena zat bunga yang terkandung di dalamnya.

5. Kandungan Gizi Madu

Madu mengandung gula yang lebih cepat diserap oleh darah daripada gula biasa, tetapi juga mengandung tepung sari dan berbagai enzim pencernaan.

Tabel 12. 3. Kandungan Gizi Madu

Zat Gizi	Besar
Air (g)	20
Energi (kkal)	294
Protein (g)	0,3
Lemak (g)	0
Karbohidrat (g)	79,5
Serat (g)	0,2
Abu (g)	0,2
Kalsium (mg)	5
Fosfor (mg)	16
Besi (mg)	0,9
Natrium (mg)	6
Kalium (mg)	26,9
Tembaga (mg)	0,04

Zat Gizi	Besar
Seng (mg)	0,2
Retinol (µg)	0
Beta karoten (µg)	0
Karoten total (µg)	-
Tiamin (mg)	0
Riboflavin (mg)	0,04
Niasin (mg)	0,1
Vitamin C (mg)	4

Sumber: Tabel Komposisi Pangan Indonesia, 2017

DAFTAR PUSTAKA

- Anshory, Jamil, dkk (2023) Ilmu Bahan Makanan. PT. Global Eksekutif Teknologi: Sumatra Barat.
- Badan Standarisasi Nasional (2018) Standar Nasional Indonesia : Madu SNI 8664:2018. Jakarta.
- Fatimah, RN (2017) Mari Mengenal Bumbu Nuantara. Jakarta: Badan Pengembangan dan Pembinaan Bahasa, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Fatmawati, Harnani (2013) Pengetahuan Bahan Makanan 1. Pengetahuan Bahan Makanan Nabati. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Gebremariam, T., Brhane, G. (2014). Determination Of Quality And Adulteration Effects Of Honey From Adigrat And Its Surrounding Areas. International Journal Of Technology Enhancements And Emerging Engineering Research, Vol 2, Issue 10 71 Issn 2347-4289.
- Hakim, Luchman (2015) Rempah dan Herba Kebun-Pekarangan Rumah Masyarakat: Keragaman, Sumber Fitofarmaka dan Wisata Kesehatan-kebugaran. Yogyakarta: Diandra Creative.
- Jannah, Hafidatul dan Devi Tri Ratna Sari (2023) Pengetahuan Bahan Pangan. Universitas PGRI Adi Buana.
- Sarwono, B. (2001). Kiat Mengatasi Permasalahan Praktis Lebah Madu. Cetakan Pertama. Jakarta; PT. Agro Media Pustaka.
- Sarwono, B. (2007). Lebah Madu. Jakarta Selatan: AgroMedia Pustaka.
- Standar Nasional Indonesia (SNI) nomor 8664-2028 tahun 2008 tentang Madu.
- Tabel Komposisi Pangan Indonesia (TKPI), 2017. Persatuan Ahli Gizi Indonesia: Jakarta, Gramedia Pustaka Utama.

BAB 13

MINUMAN PENYEGAR & BERKARBONASI SEBAGAI BAHAN PANGAN

Sheila Rosmala Putri, S.Pi., M.Gz.

A. Pendahuluan

Minuman penyegar merupakan suatu produk komoditas hasil pertanian yang menghasilkan suatu bahan yang memberikan efek stimulan terhadap pemakainya. Bahan penyegar merupakan suatu bahan untuk konsumsi makanan atau minuman yang memberikan efek menenangkan yang dihasilkan oleh konstituen bioaktifnya (Badrie et al., 2015).

Zat bioaktif yang memiliki peran memberikan efek stimulasi pada bahan penyegar diantaranya alkaloid purin, kafein, teofilin, dan teobromin. Kandungan polifenol sederhana dan kompleks pada bahan penyegar berperan memberikan karakteristik khas pada rasa dan warna (Crozier et al., 2012) serta mempengaruhi sifat antioksidan, antiinflamasi, antimikroba, antikarsinogenik, antihipertensi, dan neuroprotektif (Vuong, 2014). Komoditas yang dikenal menghasilkan bahan penyegar di antaranya kopi (*Coffea arabica*), daun teh (*Camellia sinensis*); dan biji kakao (*Theobroma cacao*). Teh, kopi, dan kakao adalah salah satu komoditas pertanian terpenting di dunia, yang masing-masingnya berasal dari Asia, Afrika, dan Amerika Latin (Diby et al., 2017).

Teh, kopi, dan kakao masing-masing dibudidayakan untuk diambil daun dan bijinya, dari mana minuman populer dibuat dan diminum. FAO (2013) melaporkan bahwa lebih dari 65% populasi dunia mengkonsumsi teh dan kakao, sementara

dua miliar cangkir kopi dikonsumsi setiap hari di seluruh dunia. Selain mampu menstimulasi sistem saraf pusat, kafein pada bahan penyegar menjadi salah satu zat psikoaktif legal dan tidak diatur yang paling banyak diproduksi dan dikonsumsi (Ferré, 2016).

Minuman ringan yang beredar di tengah masyarakat sekarang umumnya bersifat asam, salah satu diantaranya yaitu mengandung asam bikarbonat (Ilyas, 2007). Minuman ringan berkarbonasi adalah minuman ringan yang dibuat dengan mengabsorpsi karbondioksida ke dalam air minum, mengandung gas CO₂ yang larut dalam air berfungsi sebagai antibakteri untuk mengawetkan minuman secara alami (Ashurst, 1998).

B. Karakteristik Kopi

Kopi merupakan komoditas ekspor penghasil devisa terbesar selain minyak dan gas. Pasar kopi dalam negeri juga terus meningkat, baik dari tingkat produksi yang mencapai 794,8 ribu ton pada tahun 2022 (Mustajab & Bayu, 2023). Tingkat konsumsi di Indonesia yang menurut *International Coffee Organization* (ICO) dilansir Affandi (2021) mengalami peningkatan selama lima tahun terakhir hingga mencapai 50,97% produksi pada tahun 2018-2019. Angka tersebut merupakan yang tertinggi jika dibandingkan dengan negara-negara penghasil kopi seperti Brazil, Vietnam, Kolombia, dan Ethiopia.

Konsumsi kopi dunia didominasi oleh kopi arabika yaitu 70% (Dairobby *et al.*, 2018). Kualitas rasa dan kadar kafein yang lebih rendah menjadi penyebab dominasi konsumsi kopi arabika dibandingkan kopi Robusta yang umum dibudidayakan (Nadhiroh, 2018).

Karakteristik kopi berdasarkan sumbernya (Putra, 2021):

1. **Asal Tanaman (*Species*):** Terdapat dua spesies utama kopi yang secara komersial diproduksi, yaitu *Coffea arabica* dan *Coffea canephora* (dikenal juga sebagai Robusta). Arabika cenderung memiliki rasa yang lebih halus dan kompleks

dengan tingkat asam yang lebih tinggi, sementara Robusta cenderung memiliki rasa yang lebih kuat, lebih pahit, dan lebih sedikit asam.

2. **Varietas:** Di dalam setiap spesies kopi, terdapat berbagai varietas dengan karakteristik unik. Contohnya, beberapa varietas arabika termasuk Typica, Bourbon, dan Geisha, masing-masing memiliki profil rasa yang berbeda. Begitu pula dengan Robusta, varietas seperti Java dan Sumatra memiliki ciri khas tersendiri.
3. **Daerah Pertumbuhan (*Terroir*):** Faktor-faktor lingkungan seperti ketinggian, tanah, iklim, dan cuaca di daerah tempat kopi tumbuh juga berpengaruh besar terhadap karakteristik kopi. Kopi yang tumbuh di ketinggian tinggi cenderung memiliki rasa yang lebih kompleks dan asam yang lebih tinggi daripada kopi yang tumbuh di dataran rendah.
4. **Metode Pemetikan (*Harvesting*):** Metode pemetikan kopi juga mempengaruhi karakteristiknya. Kopi yang dipetik secara selektif (pemetikan ceri yang matang secara individual) cenderung memiliki kualitas yang lebih baik daripada kopi yang dipetik secara mekanis.
5. **Proses Pemrosesan:** Proses pemrosesan kopi, seperti metode basah (*wet process*) atau metode kering (*dry process*), juga mempengaruhi karakteristik rasa. Proses ini dapat menghasilkan perbedaan dalam keasaman, manis, dan profil rasa lainnya.
6. **Tingkat Pemanggangan:** Tingkat pemanggangan biji kopi juga mempengaruhi profil rasa akhirnya. Pemanggangan yang lebih ringan cenderung mempertahankan asam dan aroma yang lebih kompleks, sementara pemanggangan yang lebih gelap cenderung menghasilkan rasa yang lebih pahit dan tubuh yang lebih berat.

Kombinasi dari faktor-faktor di atas menciptakan karakteristik unik dari setiap biji kopi dan menyebabkan variasi besar dalam rasa, aroma, dan kualitas kopi dari satu tempat atau sumber ke tempat atau sumber yang lain.

Perbedaan antara kopi Arabika dan Robusta dapat dilihat dari beberapa aspek, termasuk karakteristik rasa, tempat tumbuh, dan profil kualitasnya. Berikut adalah perbandingan antara kopi Arabika dan Robusta (Nadhiroh, 2018):

1. Asal Tanaman

- a. Arabika (*Coffea arabica*): Arabika adalah spesies kopi yang paling banyak dikonsumsi di seluruh dunia. Biji kopi Arabika cenderung memiliki rasa yang lebih halus, kompleks, dan sedikit asam. Mereka juga memiliki aroma yang beragam, mulai dari bunga hingga buah-buahan.
- b. Robusta (*Coffea canephora*): Robusta adalah spesies kopi yang lebih tahan terhadap penyakit dan kondisi lingkungan yang ekstrem. Biji kopi Robusta cenderung memiliki rasa yang lebih kuat, pahit, dan beraroma rendah. Mereka memiliki tubuh yang lebih berat dan lebih banyak kafein daripada Arabika.

2. Kualitas dan Harga

- a. Arabika: Kopi Arabika cenderung dianggap lebih berkualitas dan biasanya memiliki harga yang lebih tinggi daripada Robusta. Hal ini karena Arabika tumbuh di ketinggian yang lebih tinggi, membutuhkan perawatan lebih intensif, dan memiliki profil rasa yang lebih kompleks.
- b. Robusta: Robusta sering digunakan dalam kopi instan dan campuran kopi. Meskipun memiliki kualitas yang lebih rendah dibandingkan Arabika, Robusta memiliki harga yang lebih terjangkau dan digunakan untuk memberikan tubuh dan kekuatan pada campuran kopi.

3. Ketinggian Tempat Tumbuh

- a. Arabika: Arabika biasanya tumbuh di ketinggian yang lebih tinggi, sekitar 600-2000 meter di atas permukaan laut. Iklim yang lebih sejuk dan kondisi yang lebih stabil di ketinggian ini memungkinkan perkembangan rasa yang lebih kompleks.

- b. Robusta: Robusta tumbuh baik di dataran rendah, biasanya di ketinggian kurang dari 800 meter di atas permukaan laut. Mereka dapat bertahan pada kondisi lingkungan yang lebih ekstrim, seperti suhu yang lebih tinggi dan curah hujan yang lebih rendah.

4. Kandungan Kafein

- a. Arabika: Arabika umumnya mengandung kafein dalam jumlah yang lebih rendah daripada Robusta.
- b. Robusta: Robusta memiliki kandungan kafein yang lebih tinggi, biasanya dua kali lipat lebih banyak daripada Arabika.

5. Penggunaan

- a. Arabika: Arabika biasanya digunakan untuk kopi spesialis dan kopi gourmet karena profil rasa yang kompleks dan berkualitas.
- b. Robusta: Robusta sering digunakan dalam kopi instan, campuran kopi, dan kopi yang memiliki kebutuhan akan kekuatan dan tingkat kafein yang tinggi.

ARABICA VS. ROBUSTA

5 KEY DIFFERENCES TO KNOW

1

TASTE: Arabica is smooth, slightly sweet or fruity and easy to drink with the ideal amount of acidity for a balanced drink. Robusta is bitter and harsh with a grainy taste.



Arabica



Robusta

2

USED FOR: Robusta is usually used for instant coffees and added in small proportions to espresso blends. Arabica beans are used for most everything else.

3

CAFFEINE: Arabica has a lower caffeine content at around 1.5%. Robusta is jam packed with almost twice as much caffeine at 2.7%.

4

ORIGINS: Arabica beans are produced mainly in East and Central Africa, Latin America, India and Indonesia. Robusta beans are grown throughout Africa, Southeast Asia, India and Indonesia.

5

SUGAR: Arabica beans have a significantly higher sugar content, almost twice as much as Robusta beans. It also has 60% more lipids.

Gambar 13. 1. Karakteristik Kopi Arabika dan Robusta
(Sumber: Internet)

C. Senyawa Pada Kopi

Kopi bubuk mengandung 12,4% selulosa, 39,1% hemiselulosa, 3,6% Arabinosa, 19,07% manosa, 16,43% galaktosa, lignin 23,9%, lemak 2,29%, protein 17,44% dan total serat 60,49% (Cruz et al., 2014). Golongan asam pada kopi akan mempengaruhi mutu dan memberikan aroma serta cita rasa yang khas.

Asam yang dominan pada biji kopi adalah asam klorogenat yaitu sekitar 8 % pada biji kopi atau 4,5 % pada kopi sangrai. Selama penyangraian sebagian besar asam klorogenat menjadi asam kafeat dan asam kuinat (Yusianto, 2014). Manfaat asam klorogenat bagi kesehatan manusia yaitu sebagai antioksidan, antivirus, hepatoprotektif, dan berperan dalam kegiatan antispasmodik (Farah et al., 2006).

D. Karakteristik Teh

Teh, minuman paling populer yang dikonsumsi oleh dua pertiga penduduk dunia ini terbuat dari olahan daun *Camellia sinensis*. Jenis teh berdasarkan pengolahan atau perkembangan daun yang dipanen adalah teh hitam (fermentasi), hijau (non fermentasi), dan oolong (semi fermentasi) (Sutarmi, 2005).

Perbedaan ini didasarkan pada tingkat oksidasi polifenol yang ada dalam teh. Teh yang diperoleh dari pengolahan daun teh dapat dikatakan sebagai pangan fungsional karena memiliki sifat antioksidan, hipokolesterolemia, dan anti obesitas yang tinggi (Guo et al., 2014).

Jenis teh utama ini berbeda dalam cara teh diproduksi dan diproses. Teh hijau diproduksi dengan menggunakan daun teh muda dan dijual untuk dikonsumsi tanpa fermentasi setelah dilayukan, dikukus atau dibakar, dikeringkan dan disortir. Penembakan dalam panci diperlukan untuk mencegah daun teh terfermentasi oleh aktivitas enzim alami. Daun teh dibiarkan berfermentasi selama beberapa jam sebelum diasap, dibakar, atau dikukus untuk membuat teh hitam. Teh oolong diproduksi melalui oksidasi parsial daun, perantara antara proses teh hijau dan teh hitam (Mukhtar, 2000).

Teh hitam dibuat dengan terlebih dahulu mengayak daun teh ke udara, menyebabkannya teroksidasi. Proses oksidasi ini mengubah daun menjadi warna coklat tua dan selama proses ini, rasa semakin meningkat. Daunnya kemudian dibiarkan begitu saja atau dipanaskan, dikeringkan dan dihancurkan. Teh hijau paling baik dipelajari karena manfaat kesehatannya, termasuk efek kemopreventif dan kemoterapi kanker (Khan, 2008).



Gambar 13. 2. Jenis-Jenis Teh
(Sumber: gopaldharaindia.com)

E. Senyawa Pada Teh

Teh hijau mengandung senyawa polifenol yang khas, (ȳ)-epigallocatechin-3-gallate (EGCG), (ȳ)-epigallocatechin (EGC), (ȳ)-epicatechin-3-gallate (ECG) dan (ȳ)-epicatechin (EC). Flavonol, termasuk quercetin, kaempferol, myricetin dan glikosidanya juga terdapat dalam teh. Secangkir teh hijau biasanya mengandung 250–350 mg padatan teh, dimana 30–42% adalah katekin dan 3–6% kafein (Mukhtar, 1999).

Kandungan aktif utama dalam teh adalah katekin, dan di antaranya, EGCG adalah yang paling ampuh dan sebagian besar efek antikarsinogenik teh hijau sebagian besar disebabkan oleh katekin. Beberapa katekin dioksidasi atau dikondensasi menjadi theaflavin (theaflavin, theaflavin-3-gallate, theaflavin-3ȳ-gallate dan theaflavin-3-ȳ-digallate) (3–6%) dan thearubigins (12–18%). Selama proses fermentasi daun teh segar bertanggung jawab atas rasa pahit dan warna gelap teh hitam. Teh hitam mengandung thearubigin, theaflavin, flavonol, dan katekin. Kandungan total polifenol teh hijau dan hitam serupa, tetapi

jenis flavonoidnya berbeda karena tingkat oksidasi selama pemrosesan (Stangl *et al.*, 2006).

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa katekin dan theaflavin yang ditemukan dalam teh dapat mengurangi risiko berbagai jenis kanker pada manusia. Salah satunya konsumsi teh secara teratur terhadap karsinoma sel skuamosa pada kulit. Dalam studi kasus-kontrol berbasis populasi, yang disesuaikan dengan waktu penyeduhan, hubungan antara karsinoma sel skuamosa dan konsumsi teh hitam panas menunjukkan risiko yang jauh lebih rendah pada konsumen teh panas dibandingkan dengan non-konsumen. konsentrasi teh, waktu penyeduhan dan suhu minuman mempunyai pengaruh besar terhadap potensi efek perlindungan teh hitam panas sehubungan dengan karsinoma sel skuamosa pada kulit (Hakim & Haris, 2000).

F. Karakteristik Coklat

Cokelat terbuat dari kacang dari pohon kakao *Theobroma* (kakao, kakao) telah dikonsumsi oleh manusia setidaknya sejak 460 M (Selmi *et al.*, 2008). Penggunaan kakao atau coklat sebagai obat utama obat atau sebagai sarana untuk mengantarkan obat lain yang berasal darinya Mesoamerika, yang dikonsumsi oleh masyarakat adat, dan menyebar ke Eropa pada pertengahan tahun 1500 (Dillinger *et al.*, 2000).

Kakao telah dipasarkan secara luas di seluruh dunia karena pentingnya dan popularitasnya sebagai bahan baku industri makanan, kosmetik, dan obat-obatan (Yolanda *et al.*, 2022). Biji kakao mentah rasanya pahit, sepat, tidak enak, dan rasanya tidak enak. Oleh karena itu sebelum diolah menjadi kakao dan coklat dengan rasa yang enak dan penuh rasa, harus dilakukan proses curing, dilanjutkan dengan pengeringan biji kakao fermentasi dan pemanggangan biji kakao kering fermentasi (De Vuyst & Weckx, 2016). Selanjutnya biji kakao yang telah dipanggang diolah menjadi kakao cair, mentega kakao, bubuk kakao, dan produk akhir kakao seperti coklat batangan, minuman coklat, dan lain-lain (Hartatri *et al.*, 2021).

Cokelat batangan dikategorikan menjadi tiga jenis seperti *dark chocolate*, *milk chocolate*, dan *white chocolate*. Setiap jenis cokelat diklasifikasikan berdasarkan komposisi kakao cair, bubuk kakao, mentega kakao, gula, dan susu bubuk yang digunakan dalam produksinya (Ramadhanti et al., 2021). Berikut adalah beberapa jenis cokelat yang umum:

1. Coklat Susu (*Milk Chocolate*)

- a. Coklat susu adalah cokelat yang dibuat dengan menambahkan susu bubuk atau susu kental manis ke dalam campuran pasta cokelat.
- b. Biasanya memiliki rasa yang manis dan lembut karena kandungan gula yang tinggi dan rasa susu yang khas.
- c. Coklat susu umumnya memiliki warna yang lebih cerah dan lebih lembut daripada cokelat gelap.

2. Coklat Hitam (*Dark Chocolate*)

- a. Coklat hitam dibuat dari pasta cokelat yang mengandung kandungan kakao yang lebih tinggi tanpa penambahan susu.
- b. Coklat hitam memiliki rasa yang lebih pekat dan kaya, dengan tingkat pahit yang lebih tinggi dibandingkan dengan cokelat susu.
- c. Biasanya memiliki kandungan kakao yang lebih tinggi dan lebih sedikit gula dibandingkan dengan cokelat susu.

3. Coklat Putih (*White Chocolate*)

- a. Coklat putih tidak mengandung pasta cokelat, tetapi terbuat dari kombinasi mentega kakao, gula, dan susu.
- b. Coklat putih memiliki rasa yang manis dengan rasa mentega yang khas dan tidak ada rasa cokelat yang sebenarnya.
- c. Warna cokelat putih biasanya lebih cerah dan teksturnya lebih lembut daripada cokelat susu atau hitam.



Gambar 13. 3. Jenis-Jenis Coklat
(Sumber: internet)

G. Senyawa Pada Coklat

1. **Lipid:** Minyak dalam kakao, disebut mentega kakao, merupakan campuran asam lemak tak jenuh tunggal dan jenuh. Pada fraksi tak jenuh tunggal, asam oleat mendominasi, seperti halnya pada minyak zaitun. Mayoritas asam lemak jenuh adalah asam palmitat dan asam stearat (Bracco, 1994).
2. **Serat:** Meskipun dedak biji kakao mengandung serat yang tinggi, dan konsumsinya telah terbukti meningkatkan rasio LDL: HDL, sebagian besar dedak kakao hilang dalam pengolahan. Namun, sebagian serat tetap ada dalam produk kakao komersial, meskipun kandungan seratnya beragam. Satu porsi coklat hitam (70% –85% kakao) 100 kkal mengandung 1,7 g serat, sedangkan cokelat semi-manis dan coklat susu masing-masing mengandung 1,2 g dan 0,6 g per 100 kkal (Jenkins et al., 2000).
3. **Mineral:** Biji kakao mengandung mineral yang diperlukan untuk fungsi vaskular. Coklat hitam (70-80 % kakao) mengandung 36 mg magnesium per 100 kkal porsi. Selain itu kandungan-kandungan mineral lainnya adalah kalium (Steinberg et al., 2003).
4. **Polifenol:** Kakao mengandung sejumlah senyawa polifenol, tetapi sangat kaya akan flavonoid – khususnya flavanol, juga disebut flavan-3-ols. Flavanol membentuk kompleks dengan

protein air liur dan bertanggung jawab atas rasa pahit kakao (Manach et al., 2004).

H. Minuman Berkarbonasi

Minuman berkarbonasi adalah minuman yang mengandung gas karbon dioksida (CO₂) yang diberikan dengan tekanan tinggi. Gas ini memberikan rasa berbuih atau gelembung ke minuman dan menciptakan sensasi yang menyegarkan saat diminum (Imanuela et al., 2012). Berikut adalah beberapa contoh minuman berkarbonasi yang populer (Mutaqin, 2018):

1. Soda: Soda adalah minuman berkarbonasi yang biasanya memiliki rasa manis dan dapat mengandung berbagai macam rasa buah-buahan, seperti cola, lemon-lime, jeruk, atau anggur. Biasanya dikonsumsi dingin dan sering kali menjadi minuman yang disukai dalam berbagai acara sosial.
2. Minuman Bersoda Berenergi: Minuman bersoda berenergi mengandung tambahan kafein, ginseng, taurin, atau vitamin B kompleks untuk memberikan energi tambahan. Mereka sering dikonsumsi untuk meningkatkan kewaspadaan dan daya tahan fisik.
3. Minuman Bersoda Diet: Minuman bersoda diet adalah varian soda yang rendah kalori atau bebas gula. Mereka menggantikan pemanis gula dengan pemanis buatan seperti aspartam, sukralosa, atau acesulfam potassium.
4. Tonic Water: Tonic water adalah minuman berkarbonasi yang memiliki rasa pahit dan biasanya digunakan sebagai campuran dalam minuman koktail, seperti gin dan tonic. Selain memiliki rasa pahit, tonic water juga mengandung sedikit kandungan gula.
5. Minuman Bersoda Sari Buah: Beberapa minuman bersoda diproduksi dengan tambahan sari buah alami untuk memberikan rasa yang lebih segar dan alami. Minuman ini sering kali merupakan alternatif yang lebih sehat daripada soda biasa, karena lebih rendah gula dan seringkali tidak mengandung pemanis buatan.

6. Air Soda: Air soda, atau sparkling water, adalah air yang diberi karbonasi tanpa tambahan rasa atau pemanis. Ini memberikan sensasi berbuih yang menyegarkan tanpa tambahan kalori atau gula.

DAFTAR PUSTAKA

- Ashurst PR. The Chemistry and Technology of Soft Drinks and Fruit Juices. England Sheffield Academic Press Ltd.; 1998
- Badrie, N., Bekele, F., Sikora, E., Sikora, M., 2015. Cocoa Agronomy, Quality, Nutritional, And Health Aspects. Crit. Rev. Food Sci. Nutr. 55, 620–659.
- Bracco U. Pengaruh Struktur Trigliserida Terhadap Penyerapan Lemak Am J Clin Nutr 60: 1002S–1009S, 1994
- Butt, M.S., Sultan, M.T., 2011. Coffee And Its Consumption: Benefits And Risks. Crit. Rev. Food Sci. Nutr. 51, 363–373.
- Crozier, T.W.M., et al., 2012. Espresso Coffees, Caffeine And Chlorogenic Acid Intake: Potential Health Implications. Food Funct. 3 (1), 30–33.
- Cruz, R. (2014) 'Coffee by-Product: Sustainable AgroIndustrial Recovery and Impact on Vegetables Quality', Dissertation, Universidade de Porto.
- Dairobbi, A., Irfan, & Sulaiman, I. (2018). Kajian Mutu Wine Coffee Arabika Gayo. Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian Unsyiah, 3(4), 822–829
- De Vuyst, L., & Weckx, S. (2016). Proses Fermentasi Biji Kakao: Dari Analisis Ekosistem Hingga Pengembangan Kultur Starter. Jurnal Mikrobiologi Terapan, 121(1), 5–17.
- Diby, L., Kahia, J., Kouamé, C., Aynekulu, E., 2017. Tea, Coffee, and Cocoa. In:
- Dillinger TL, Barriga P, Escarcega S, Jimenez M, Salazar Lowe D, and Grivetti LE. Food of the Gods: Cure For Humanity? A Cultural History Of The Medicinal And Ritual Use Of Chocolate. J Nutr 130: 2057S–7072S, 2000.
- Encyclopedia of Applied Plant Sciences. second ed. vol. 3. Academic Press, Cambridge, MA, pp. 420–425.

- Farah, Adriana., Carmen M. D., Phenolic Coumpounds in Coffee. Braz. J. Plant Physiol. 2006 ; 18 (1) : 23-36
- Ferré, S., 2016. Mechanisms Of The Psychostimulant Effects Of Caffeine: Implications For Substance Use Disorders. Psychopharmacology 233, 1963–1979
- Guo, X., Wang, C., Sun, F., Zhu, W., & Wu, W. (2014). A Comparison Of Microbial Characteristics Between The Thermophilic And Mesophilic Anaerobic Digesters Exposed To Elevated Food Waste Loadings. Bioresource technology, 152, 420-428
- Hakim IA, Harris RB, Weisgerber UM. Asupan Teh Dan Karsinoma Sel Skuamosa Pada Kulit: Pengaruh Jenis Minuman Teh. Biomarker Epidemiol Kanker Sebelumnya. 2000; 9:727–31. [PubMed: 10919744]
- Hartatri, FSD, Ramadhani, AR, Akbar, S., Fauzi, B., & Firmanto, H. (2021). Analisis Nilai Tambah Produk Antara dan Produk Akhir Kakao: Studi Kasus di Unit Penghasil Kakao di Jember, Jawa Timur. Pelita Perkebunan (Jurnal Penelitian Kopi dan Kakao), 37(2), 166–176. <https://doi.org/10.22302/iccri.jur.pelitaperkebunan.v37i2.482>
- Ilyas M, Yusri M. Perbedaan Kadar Kalsium Dalam Saliva Sebelum Dan Sesudah Mengkonsumsi Minuman Ringan Yang Mengandung Asam Bikarbonat. Dentofasial 2007;6(2):111-
- Imanuela M, Sulisyawati, Ansori M. Penggunaan Asam Sitrat Dan Natrium Bikarbonat Dalam Minuman Jeruk Nipis Berkarbonasi. J Food and Culi-nary Education Univ Negeri Semarang 2012; 1(1): 26-30
- Jenkins DJ, Kendall CW, Vuksan V, Vidgen E, Wong E, Augustin LS, dan Fulgoni V 3rd. Pengaruh Dedak Kakao Terhadap Oksidasi Lipoprotein Densitas Rendah Dan Penggemburan Tinja. Arch Magang Med 160: 2374– 2379, 2000
- Khan N, Mukhtar H. Terapi Kanker Multitarget Dengan Polifenol Teh Hijau. Lett Kanker. 2008; 269:269–80. [PubMed: 18501505]

- Manach C, Scalbert A, Morand C, Remesy C, dan Jimenez L. Polifenol: Sumber Makanan Dan Ketersediaan Hayati. *Am J Clin Nutr* 79: 727-747, 2004
- Mukhtar H, Ahmad N. Kemoprevensi kanker: masa depan bergantung pada berbagai agen. *Aplikasi Toksikol Farmakol.* 1999; 158:207-10. [PubMed: 10438653]
- Mustajab, R., & Bayu, D. (2023). Produksi Kopi Indonesia Mencapai 794.800 Ton pada 2022. *Data Indonesia.id*. <https://dataindonesia.id/sektor-riil/detail/produksi-kopi-indonesia-mencapai-794800-ton-pada-2022>
- MutaqinZZ. Dinamika Aspek Kesehatan dan Ekonomi dalam Kebijakan Pengendalian Minuman Berkarbonasi di Indonesia. *Jurnal Kesehatan* 2018; 1 (1): 26-27
- Nadhiroh, H. (2018). Studi Pengaruh Metode Pengolahan Pasca Panen terhadap Karakteristik Fisik, Kimiawi, dan Sensoris Kopi Arabika Malang. Universitas Brawijaya.
- Putra, N. H. F. (2021). Analisis Faktor Produksi Kopi Amstirdam Di Kecamatan Ampelgading, Sumbermanjing, Tirtoyudo, Dan Dampit, Malang. *Jurnal Ilmiah*
- Ramadhanti, NE, Abrori, A., & Ekantari, N. (2021). Pemetaan Proyektif Preferensi Pada Susu Dan Batang Coklat Hitam Yang Diperkaya Nanokapsul *Arthrospira* Karotenoid. *Konferensi IOP* 919(1)
- Selmi C, Cocchi CA, Lanfredini M, Keen CL, and Gershwin ME. Chocolate at heart: the anti-inflammatory impact of cocoa flavanols. *Mol Nutr Food Res* 52: 1340-1348, 2008
- Stangl V, Lorenz M, Stangl K. Peran Teh Dan Teh Flavonoid Dalam Kesehatan Jantung. *Nutrisi Mol Res Makanan.* 2006; 50:218-28. [PubMed: 16404706]
- Steinberg FM, Bearden MM, dan Keen CL. Flavonoid Kakao Dan Coklat: Implikasinya Bagi Kesehatan Jantung. *Asosiasi J Am Diet* 103: 215-223, 2003

- Sutarmi, M. (2005). Pengembangan Produk Kombucha Probiotik Berbahan Baku Teh Hijau Dan TehOolong (Doctoral dissertation, Bogor Agricultural University)
- Yolanda, E., Vargas, M., Alejandro, J., Valle, B., Narcisa, N., & Fuentes, M. (2022). Produksi Kakao, Pemasaran Dan Positioning. Kasus produsen kecil di zona pengaruh wilayah quevedo. *Centrosur*, 1(12), 67–80
- Yusianto., Dwi N. Mutu Fisik dan Citarasa Kopi Arabika yang Disimpan Buahnya Sebelum di-Pulping. *Pelita Perkebunan*. 2014; 30(2) : 137-158 7.

BAB 14

POTENSI PENERAPAN NANO TEKNOLOGI DALAM ILMU BAHAN PANGAN

Dr. Dessy Arisanty, M.Sc.

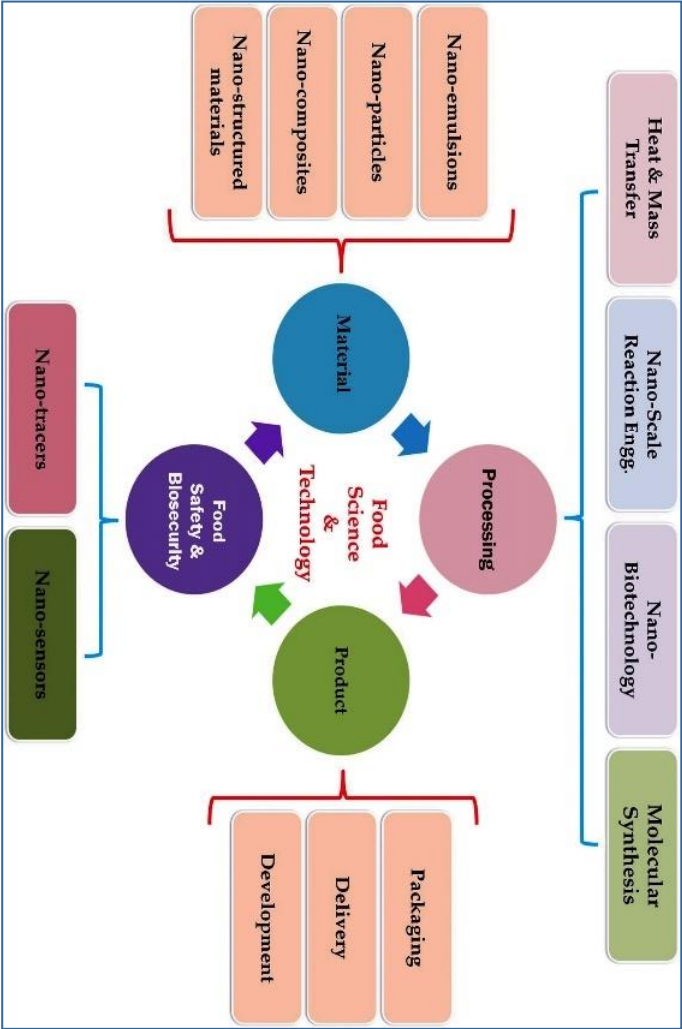
A. Pendahuluan

Nanoteknologi telah menjadi dasar bagi inovasi di berbagai sektor kegiatan manusia pada zaman sekarang. Materi nano telah mencapai tingkat kompleksitas yang sangat maju dan telah diadopsi dalam berbagai bidang ilmu pengetahuan dan industri, termasuk elektronik, teknik otomotif, konstruksi, kedokteran, obat-obatan, perlindungan lingkungan, dan industri bahan pangan. Nanoteknologi sebagai teknologi yang membawa revolusi dan mendorong kemajuan di banyak aspek kehidupan manusia (Vieira et al., 2023).

Nanoteknologi didefinisikan sebagai pembuatan, pemanfaatan, dan manipulasi bahan, perangkat, atau sistem pada skala nanometer. Nanomaterial biasanya didefinisikan sebagai bahan yang berukuran lebih kecil dari 100 nanometer dan memiliki rasio permukaan terhadap volume yang tinggi dan sifat fisikokimia yang baru seperti termodinamika, warna, dan kelarutan. Sifat-sifat baru ini memberikan peluang untuk meningkatkan kualitas sensorik makanan seperti rasa, tekstur, dan warna. Makanan yang dikonsumsi bersumber dari bahan pangan hasil pertanian ataupun kelautan.

Nanoteknologi telah menjadi bagian penting dari ilmu pangan seperti halnya bidang lainnya, sebagai teknologi yang menjanjikan untuk memecahkan masalah dengan solusi inovatif yang berkaitan dengan pengolahan makanan, keamanan

makanan, pengemasan makanan, dan makanan fungsional. Di antaranya, penerapan nanoteknologi pada kemasan makanan telah mendapat perhatian yang lebih besar karena meningkatkan kualitas dan keamanan produk makanan (Zahra et al., 2022) (Gambar 14.1)



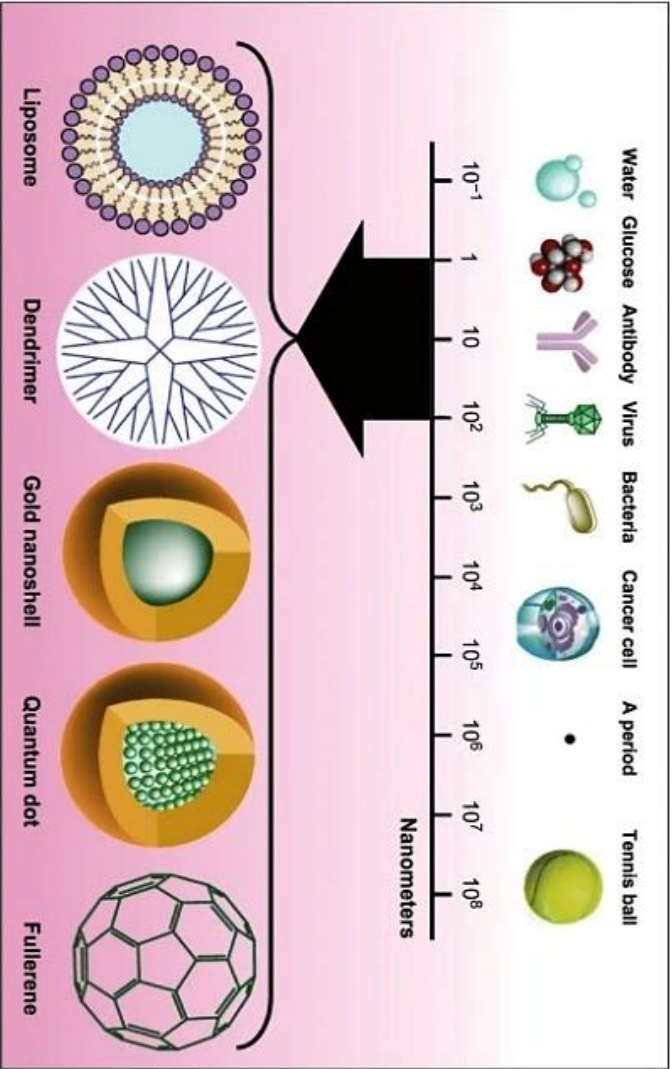
Gambar 14. 1. Aplikasi Nanoteknologi Dalam Ilmu Pemakanan
(Mohammad et al., 2022)

Perkembangan terus-menerus dalam pengembangan produk nano memerlukan penerimaan teknologi baru untuk aplikasi yang terus berkembang, terutama dalam industri makanan, membuka pintu bagi penciptaan makanan yang lebih aman dan lebih sehat.

B. Pengertian Nanoteknologi

Nanoteknologi adalah sebuah bidang ilmu interdisipliner yang menggabungkan beberapa disiplin ilmu seperti biologi, kimia, mekanika, dan elektronika secara rekayasa untuk memahami, memanipulasi, dan membangun perangkat atau sistem dengan fungsi dan kualitas luar biasa pada tingkat atom, molekul, atau su-pramolekuler (Biswas et al., 2022). Nanoteknologi juga didefinisikan sebagai penciptaan, pemanfaatan, dan manipulasi bahan, perangkat, atau sistem pada skala nanometer dengan ukuran kurang dari 1.000 nm (Yu et al., 2018). Nanoteknologi ini memanipulasi nanomaterial untuk berbagai tujuan dan memiliki peran penting dalam sektor pangan dan pertanian dengan kontribusi signifikan dalam perbaikan tanaman, peningkatan kualitas dan keamanan pangan, serta peningkatan kesehatan manusia melalui pendekatan inovatif (Nile et al., 2020).

Nanopartikel kecil berukuran antara 1 dan 100 nanometer, yang tidak larut atau bersifat bio-degradable, digunakan dalam berbagai industri pangan. Nanopartikel dalam berbagai ukuran untuk menghasilkan makanan yang lebih aman, sehat, dan berkualitas tinggi dengan berbagai bentuk dan ukuran seperti pada gambar dibawah ini.



Gambar 14. 2. Berbagai Ukuran Nanopartikel Yang Digunakan Dalam Nanoteknologi Ilmu Pangan

Nanoteknologi manipulasi bahan-bahan tersebut pada skala atom dan molekuler hingga menjadi nanopartikel. Karakteristik kimia dan fisik yang unik memberikan manfaat yang luar biasa. Sifat unik ini disebabkan oleh rasio luas permukaan terhadap volume yang tinggi dibandingkan dengan skala mikro dari bahan yang sama. Dengan menggunakan nanopartikel, yang memiliki karakteristik unik seperti luas permukaan yang besar, reaktivitas tinggi, ukuran partikel kecil, kekuatan tinggi, efek kuantum, dan kalis, industri makanan dan pertanian mengalami modernisasi yang serupa dengan perkembangan sistem delivery material (Mohammad et al., 2022).

C. Ruang Lingkup Nanoteknologi

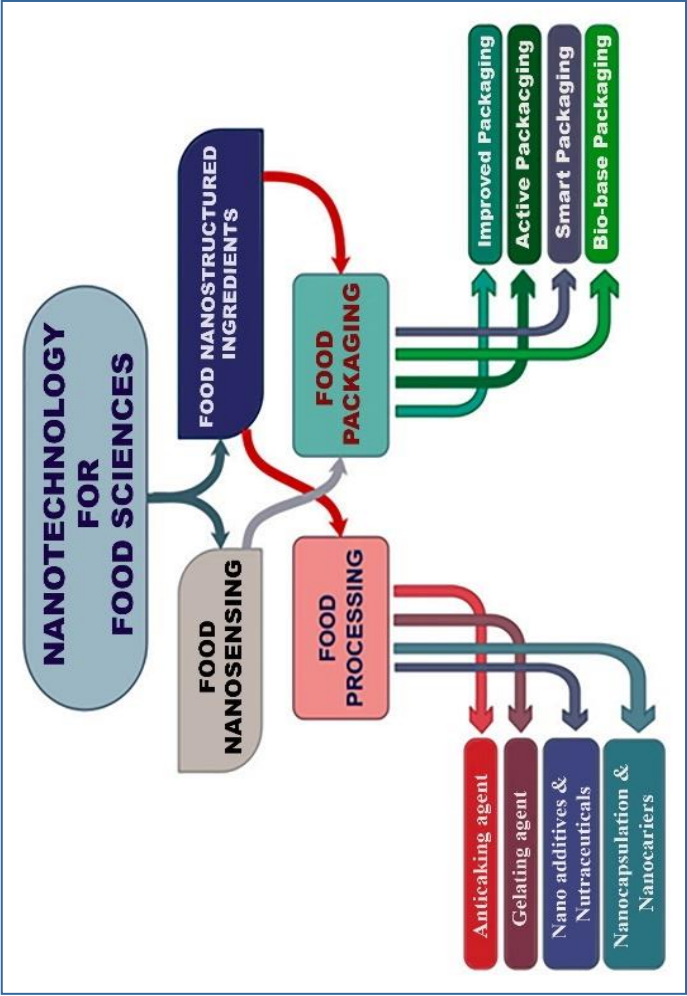
Ruang lingkup nanoteknologi sangat luas dan mencakup berbagai bidang dan aplikasi, seperti:

1. **Material Nanostruktural:** Pengembangan, karakterisasi, dan aplikasi material-material dengan struktur nano, seperti nanopartikel, nanofiber, nanotube, dan nanokomposit (Mohammad et al., 2022).
2. **Biomedis:** Aplikasi nanoteknologi dalam bidang kesehatan, seperti pengembangan obat-obatan nanoteknologi, sistem pengiriman obat berbasis nanopartikel, sensor biomedis nanometer, dan teknologi pencitraan medis nano. Kristal nano semikonduktor kuantum digunakan dalam pencitraan optik untuk mendiagnosis penyakit seperti kanker. Selain itu, sejumlah bahan nano telah menunjukkan potensi untuk mengatasi kelemahan obat antivirus konvensional (Ray & Bandyopadhyay, 2021).
3. **Pangan dan makanan:** Penggunaan nanoteknologi dalam bidang pangan untuk meningkatkan produktivitas, kualitas, dan keamanan pangan, serta pengembangan sensor nanometer untuk deteksi kontaminan dan patogen dalam makanan (Biswas et al., 2022).

4. Lingkungan: Penerapan nanoteknologi untuk pemulihan lingkungan, pengolahan air limbah, deteksi polusi, dan pengembangan bahan ramah lingkungan. Melalui pembuatan nanopartikel yang ramah lingkungan dan menghilangkan kontaminan (Thangavelu & Veeraragavan, 2022).

D. Nanoteknologi Dalam Bahan Pangan

Perubahan besar dalam nanoteknologi pangan dengan memfasilitasi sintesis, kategorisasi, aplikasi, dan evaluasi nanomaterial. Hasilnya, terlihat banyak berbagai produk baru dengan kualitas makanan yang ditingkatkan, termasuk tekstur yang lebih baik, rasa yang lebih kaya, sifat sensorik yang lebih menarik, dan stabilitas yang lebih baik. Penerapan nanoteknologi dalam industri pangan mulai dari pertanian dan pengolahan makanan hingga keamanan pangan, pengemasan, dan *delivery* nutrisi. Ini membawa era baru dalam perbaikan makanan yang bertujuan untuk memenuhi kebutuhan konsumen yang lebih tinggi akan makanan yang bagus dan inovatif (Biswas et al., 2022).



Gambar 14. 3. Berbagai Aspek bio-Nanoteknologi Pada Bahan Makanan
(Primozić et al., 2020)

Penerapan nanoteknologi dalam industri makanan dapat dibagi menjadi dua kelompok besar yaitu :

1. Bahan Berstruktur Nano Untuk Makanan

Bahan makanan berstruktur nano mencakup berbagai macam hal, termasuk pengolahan/pemrosesan makanan, pengemasan makanan (*packaging*) dan penyimpanan makanan

a. Nanosensor Makanan

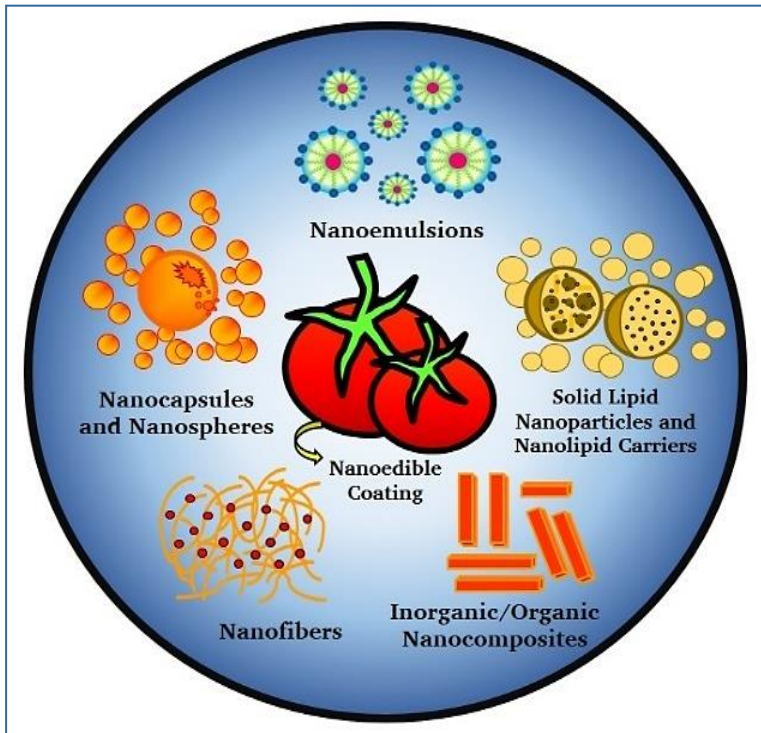
Nanosensing makanan meliputi peningkatan kualitas dan keamanan makanan. Di bidang pengolahan makanan, nanostruktur dan material berstruktur nano dapat digunakan sebagai: (a) bahan tambahan dan pembawa makanan untuk *smart delivery* nutrisi, (b) bahan anticaking, (c) bahan pembentuk gel, (d) nanokapsul dan *nanocarrier*, untuk meningkatkan tekstur makanan dan mencegah gumpalan, dan (e) bahan anti caking, untuk melindungi rasa, aroma, dan komponen lain dari makanan. Di sisi lain, pengemasan yang lebih baik, pengemasan aktif, *smart packaging*, dan pengemasan berbasis bio juga sudah digunakan dalam industri pengemasan makanan.

E. Nanoteknologi Dalam Pengolahan/ Proses Bahan Pangan

Banyak industri makanan mencari teknologi baru yang dapat meningkatkan kualitas makanan untuk meningkatkan kandungan nutrisi, keamanan, dan kompetensi. Nanoteknologi, yang mencakup nanopartikel, nanoenkapsulasi, dan bahan tambahan makanan berbasis nano, dirancang untuk digunakan dalam proses produksi dan pemrosesan makanan.

Kemajuan dalam pembuatan nanosistem yang menggabungkan bahan-bahan yang dapat diterima konsumen dengan modifikasi fungsional pelapis (*coating*) yang dapat dimakan yang mengintegrasikan nanoemulsi, nanopartikel polimer, serat nano, nanopartikel lipid padat, pembawa lipid berstruktur nano, tabung nano, kristal nano, serat nano, atau campuran komponen berukuran nano organik dan anorganik.

Umumnya, sistem nano ini digabungkan ke dalam matriks polisakarida atau protein yang disebut "nanokomposit". Proses *nanocoating* bisa dilakukan dengan berbagai metoda. Seperti pada gambar dibawah ini (Gambar 14.4)



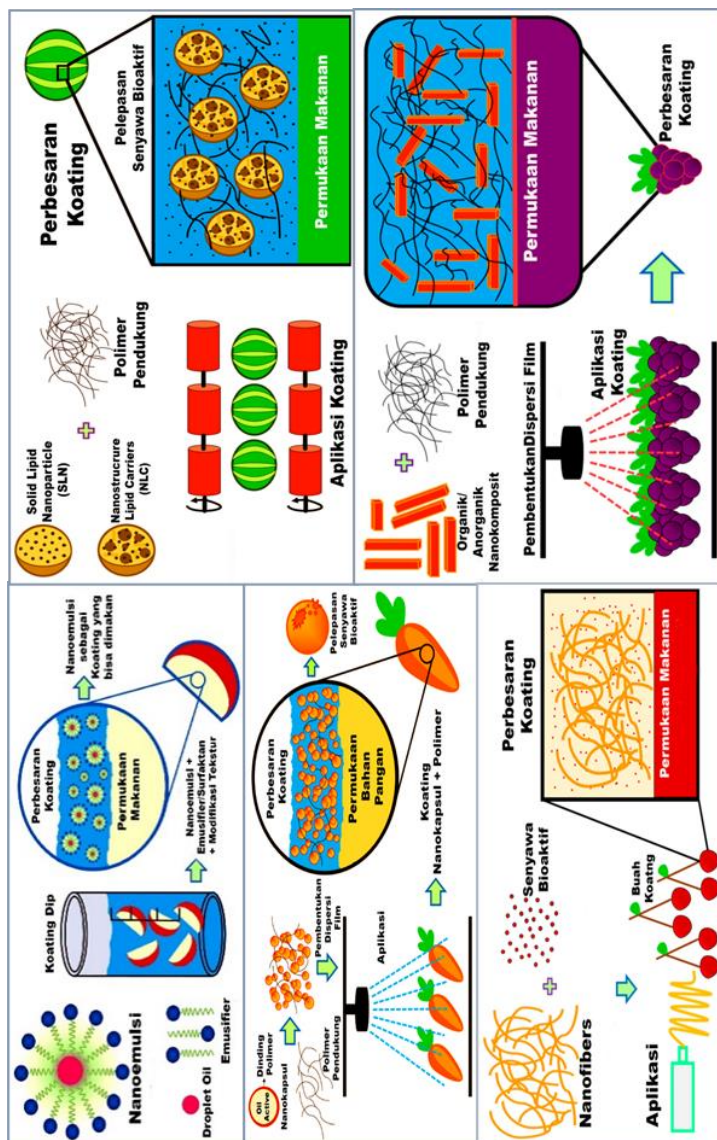
Gambar 14. 4. Jenis Nano Coating Pada Nanoteknologi Pangan Buah

Nanoemulsi sangat berpotensi sebagai metode pengiriman untuk bahan aktif dalam pelapis yang dapat dimakan dan aplikasi pengolahan makanan lainnya. Nanopartikel polimer yang diikuti dengan penggabungan ke dalam pelapis (coating) yang dapat dimakan adalah minyak esensial (EO), juga berguna sebagai antimikroba.

Dalam ilmu pangan, nanoteknologi memberikan kontribusi dalam dua aspek utama. Pertama, meningkatkan atau memperkaya kualitas produk yang dihasilkan, dan kedua, meningkatkan kontrol kualitas untuk mencegah pertumbuhan

mikroba dan mendeteksi zat-zat berbahaya (Pushparaj et al., 2022).

Nanoteknologi juga memiliki dampak signifikan dalam bidang ilmu pangan pada sistem pengiriman nutrisi. Penggunaan bahan nano dalam sistem pengiriman nutrisi dapat menghasilkan berbagai manfaat, termasuk pencegahan pencernaan nutrisi di dalam mulut dan perut. Salah satu pendekatan yang umum digunakan untuk memastikan pengiriman nutrisi yang efisien adalah melalui teknik enkapsulasi, di mana bahan nano dipilih sebagai enkapsulan untuk membuat nanopartikel yang dapat dikonsumsi. Proses pemilihan bahan nano sebagai enkapsulan harus dilakukan dengan hati-hati, mempertimbangkan karakteristik fisikokimia dan strukturalnya serta interaksi molekuler dengan molekul yang terkandung di dalamnya. Hal ini penting untuk memastikan bahwa nanopartikel yang dihasilkan tidak hanya efektif dalam menghantarkan nutrisi, tetapi juga aman untuk dikonsumsi (Magne et al., 2023).



Gambar 14. 5. Nanopartikel Pada Pengolahan Bahan Makanan Dengan Berbagai Metoda (Nano emulsi, Nanopartikel lipid padat (SNL), Nanokapsulasi, Nanokomposit Organik/Anorganik, dan Nanofiber

Nanoteknologi pada pengolahan makanan juga mengubah ukuran partikel, distribusi ukuran, kemungkinan pembentukan kluster, dan muatan permukaan. Pelapis nano yang dapat dimakan (lapisan tipis sekitar 5 nm) berfungsi sebagai penghalang gas dan kelembaban dalam daging, buah-buahan, sayuran, keju, makanan cepat saji, roti, dan produk kembang gula. Mereka juga memberikan rasa, warna, enzim, antioksidan, senyawa anti-kecoklatan, dan masa simpan yang lama pada produk yang diproduksi (Naoto et al., 2009).

Beberapa contoh penggunaan Nanoteknologi pada pemrosesan makanan :

1. Nanofilter

- a. Saat pemrosesan makanan, penggunaan nano filter untuk menghilangkan warna dari jus bit sambil mempertahankan rasa dan anggur merah.
- b. Menghilangkan laktosa dari susu, sehingga gula alternatif dapat digunakan untuk menggantikan laktosa, membuat susu sesuai untuk pasien yang tidak toleran terhadap laktosa.
- c. Filter skala nano menghilangkan bakteri dari susu atau air tanpa perlu merebusnya.

2. Zat aditif

Penggunaan silikon dioksida (SiO_2) dan TiO_2 diizinkan sebagai bahan tambahan makanan dalam jumlah besar.

3. Kapsulasi

- a. Masa pemakaian buah buahan dan sayuran dapat ditingkatkan dengan bioenkapsulasi quercetin (poly-D, L-lactide yang dapat terurai secara alami),
- b. Teh nanogreen,
- c. Kapsul Neosino (suplemen makanan),

4. Misellar

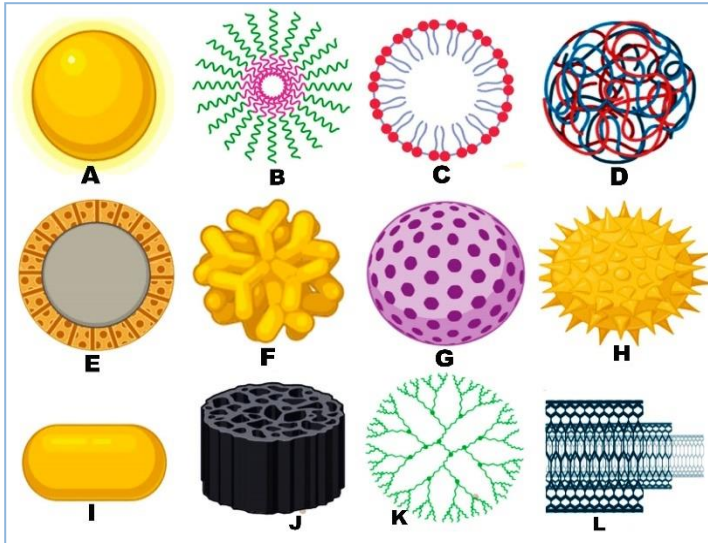
Membantu kelarutan. Minyak aktif Canola, Aquanova (misel untuk meningkatkan kelarutan vitamin (A, C, D, E, dan K), beta-karoten, dan asam lemak omega).

5. Nanodelivery

Nutralease (nanodeliveri yang diperkaya untuk membawa nutrisi dan obat-obatan) adalah produk berbasis nanoteknologi yang umum dikomersilkan di pasar. Demikian pula, jus buah yang diperkaya, minuman nutrisi oat, nanotea, nanokapsul yang mengandung minyak ikan tuna dalam roti, dan nanoceuticals slim shake adalah beberapa makanan olahan nano yang tersedia secara komersial (Nile et al., 2020)

Nanocarrier digunakan dengan cara yang sama seperti struktur pengiriman untuk berbagai rasa makanan dalam hasil makanan tanpa mengubah morfologinya. Beberapa bahan makanan yang diproses dalam skala nano atau disebut sebagai nanostruktur memiliki sifat yang berbeda (Syafiq et al., 2020).

Terdapat beberapa bentuk representatif dari berbagai jenis nanomaterial yang digunakan dalam industri makanan pada pengolahan /proses bahan pangan. Sebagaimana pada Gambar 14.6. di bawah.



Gambar 14. 6. Representasi grafis dari berbagai jenis bahan nano yang digunakan dalam industri makanan.

(A) Nanopartikel logam, (B) Misel polimer, (C) Nanopartikel liposom, (D) Nanopartikel polimer, (E) Nanopartikel mesopori berinti padat, (F) Nanopartikel emas bercabang, (G) Nanopartikel mesopori, (H) Nanopartikel yang berfungsi di permukaan, (I) Nanorod, (J) Nanopartikel silika berpori, (K) Dendrimer, (L) Nanopartikel karbon tube.
(Diterjemahkan dari Syafiq et al., 2020)

Ukuran partikel dapat secara terbuka mempengaruhi pasokan kompleks bioaktif ke berbagai tempat di dalam tubuh; sebagai contoh, partikel submikron hanya dapat bekerja pada skala nano. Metode pengiriman yang sempurna memenuhi kriteria :

1. Kemampuan untuk membawa material energi yang tepat ke lokasi target;
2. Memverifikasi bahwa waktu target dapat diakses dengan kecepatan yang jelas
3. Kemampuan untuk mempertahankan tingkat aktivitas *compound* yang sesuai selama periode waktu yang lama (*storage state*).

Dengan kemampuan yang disebutkan di atas, nanoteknologi dapat digunakan untuk menghasilkan emulsi, enkapsulasi, solusi sederhana, penggabungan matriks colloid biopolymer, dan sistem distribusi yang efektif.

Ada tiga metode berbeda yang umumnya digunakan untuk memproduksi bahan nano dalam konteks pangan: metode fisika, kimia, dan biologis (Singh et al., 2023)

1. Metode Fisika

Pendekatan fisika melibatkan penggunaan penguapan dan kekuatan mekanik untuk mensintesis material nano. Beberapa teknik fisik yang umum digunakan antara lain:

- a. Mechanical chemical syntesis: suatu proses dimana reaksi kimia diinduksi oleh energi mekanis. Partikel-partikel sangat halus ini kemudian dipisahkan dengan mencucinya dengan pelarut yang sesuai dengan penghilangan selektif matriks tertentu (Sahoo et al., 2021).
- b. Pulse laser ablation: Metode ini untuk membuat nanopartikel dengan menciptakan plasma melalui fokus sinar laser berdaya tinggi ke bahan yang dituju di dalam kondisi inert. Produk akhir berupa nanopartikel koloid. Teknik ablasi laser juga digunakan untuk memproduksi nanopartikel perak antimikroba (AgNP) untuk bahan kemasan makanan (Sahoo et al., 2021)
- c. Deposisi Uap Fisik dengan Konsolidasi: Dalam teknik ini, bahan baku diuapkan dan ditabrakkan dengan gas inert atau gas reaktif. Partikel nano yang dihasilkan kemudian dikondensasi pada suhu dingin. Akhirnya, bubuk nanopartikel dikompresi oleh landasan piston. Semua proses dilakukan di ruang vakum, yang menghasilkan kemurnian yang tinggi (Sahoo et al., 2021)
- d. *High ball milling method*: penggilingan bahan dalam skala yang sangat kecil dan dengan kecepatan yang sangat tinggi. Nanopartikel yang dihasilkan bisa memiliki berbagai sifat, misalnya beberapa bisa melawan mikroba, jamur, korosi, bahkan virus. Juga digunakan untuk membuat kemasan makanan yang aktif, yang melindungi

makanan dan kualitasnya lebih lama (Satyanarayana, 2018).

- e. Metode *pulsed wire discharge* (PWD): Dalam metode ini, arus berdenyut dilewatkan melalui kawat logam, yang kemudian diuapkan dan membentuk uap. Uap ini kemudian didinginkan oleh gas sekitar yang akhirnya membentuk nanopartikel (Sahoo et al., 2021).

2. Metode Kimia

Produksi nanopartikel dengan pendekatan kimia seringkali lebih mudah dan memungkinkan pengendalian yang lebih besar terhadap sifat-sifat partikel. Beberapa teknik kimia yang umum digunakan meliputi (Singh et al., 2023):

- a. Prosedur Mikroemulsi/Koloid: Melibatkan dispersi zat-zat dalam fase cair menggunakan surfaktan.
- b. Teknik Sonokimia: Menggunakan gelombang ultrasonik untuk mempercepat reaksi kimia.
- c. Teknik Elektrokimia: Memanfaatkan arus listrik untuk menghasilkan nanopartikel.

3. Metode Biologis

Sintesis nanopartikel menggunakan proses biologis menawarkan sejumlah keuntungan, termasuk keamanan yang lebih tinggi, ramah lingkungan, dan kemungkinan untuk memperoleh nanopartikel dengan bentuk yang edible (bisa dikonsumsi). Beberapa teknik biologis yang umum digunakan meliputi:

- a. Penggunaan Mikroorganisme: Seperti ragi, jamur, bakteri, dan organisme lain yang dapat memproduksi nanopartikel.
- b. Sintesis dari Ekstrak Tumbuhan: Memanfaatkan bahan-bahan alami untuk menghasilkan nanopartikel.
- c. Dengan berbagai metode produksi yang tersedia, nanoteknologi memberikan peluang besar untuk meningkatkan kualitas, keamanan, dan keterjangkauan sediaan bahan pangan di pasar global. Namun, tetap untuk memperhatikan potensi dampak lingkungan dan

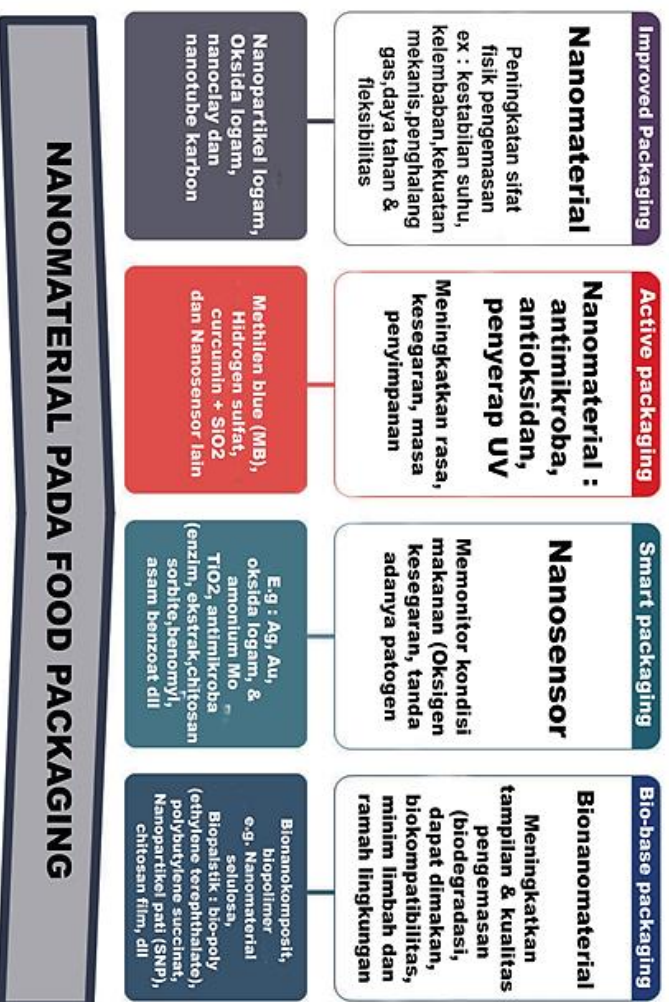
kesehatan dari penggunaan nanopartikel dalam produk pangan (Singh et al., 2023)

F. Nanoteknologi Dalam Pengemasan (*Packing*) Bahan Makanan

Penggunaan nanoteknologi dalam industri pengemasan makanan sangat berpengaruh pada ekonomi global. Pengembangan kemasan berbasis nanoteknologi menjadi fokus penting dalam industri makanan. Terdapat empat kategori penggunaan nanoteknologi dalam pengemasan makanan, yaitu:

1. Pengemasan yang lebih bagus (*Improved packaging*)
 2. Pengemasan aktif (*Active packaging*)
 3. Pengemasan cerdas (*Smart packaging*)
 4. Pengemasan bio-nanoteknologi (*Bio-nanotehnology packaging*)
- (Primozić et al., 2020)

Peningkatan penggunaan sistem pengemasan cerdas dan aktif terlihat pada makanan berbasis daging untuk menghindari pembusukan, mengendalikan kontaminasi, dan menjaga kualitas produk. Perkembangan nanosensor memungkinkan deteksi cepat terhadap racun, pestisida, dan kontaminasi mikroba dalam makanan. Nanopartikel dengan sifat antimikroba memberikan perlindungan terhadap pembusukan mikroba. Lapisan antimikroba pada bahan kemasan bertindak sebagai penghalang bagi mikroba dengan melepaskan kontrol antimikroba (Nile et al., 2020).



Gambar 14. 7. Klasifikasi Kemasan Makanan Berdasarkan Fungsi Bahan Nano.
 (Diterjemahkan dari Primozic et al., 2020)

Nanopartikel perak (Ag) adalah yang paling umum digunakan karena efektif melawan berbagai mikroorganisme. Mekanisme antibakteri nanopartikel perak melibatkan kerusakan pada membran sel dan DNA mikroorganisme. Nanoteknologi juga memungkinkan nanopartikel logam menembus membran sel mikroorganisme, menyebabkan penipisan ATP intraseluler dan produksi radikal bebas yang merugikan sel. Titanium dioksida, sebagai fotokatalis dan agen antibakteri, juga digunakan dalam kemasan makanan untuk melawan mikroorganisme penyebab kerusakan makanan (Biswas et al., 2022).

Nanoteknologi berperan dalam pengemasan makanan, dimana sensor nano dan perangkat nano digunakan bersama dengan polimer untuk mendeteksi patogen dan kontaminan selama penyimpanan dan transportasi. Kemasan makanan cerdas juga membantu melindungi produk dan dapat melacak tanggal kadaluarsa serta kondisi penyimpanan.

Nanopartikel perak (Ag) adalah yang paling umum digunakan karena efektif melawan berbagai mikroorganisme. Mekanisme antibakteri nanopartikel perak melibatkan kerusakan pada membran sel dan DNA mikroorganisme. Nanoteknologi juga memungkinkan nanopartikel logam menembus membran sel mikroorganisme, menyebabkan penipisan ATP intraseluler dan produksi radikal bebas yang merugikan sel. Titanium dioksida, sebagai fotokatalis dan agen antibakteri, juga digunakan dalam kemasan makanan untuk melawan mikroorganisme penyebab kerusakan makanan (Biswas et al., 2022).

Nanopartikel juga digunakan sebagai pembawa untuk memasukkan enzim, antioksidan, dan zat bioaktif lainnya ke dalam kemasan, meningkatkan umur simpan produk bahkan setelah dibuka. Banyak nanopartikel, seperti nanopartikel oksida logam, digunakan untuk tujuan pengawetan makanan dan peningkatan penghalang terhadap gas. Penggunaan nanokomposit dalam pembuatan kemasan makanan, seperti penggunaan nanopartikel tanah liat, nanokristal, atau tabung

nano karbon, meningkatkan kinerja penghalang dan mekanis kemasan, memberikan umur simpan yang lebih lama untuk produk makanan yang dikemas. Pemanfaatan nanoteknologi dalam pengemasan makanan bertujuan untuk meningkatkan keamanan, kualitas, dan umur simpan produk, serta mengurangi pemborosan makanan (Nile et al., 2020). Bahan anorganik seperti TiO_2 , ZnO , dan MgO memberikan karakteristik antimikroba pada kemasan makanan (Magne et al., 2023).

Nanoteknologi memiliki beragam aplikasi dalam bidang pengolahan dan keamanan pangan. Berikut adalah beberapa contoh aplikasi nanoteknologi dalam industri makanan (Yu et al., 2018) :

1. Kontrol Rasa : Rasa merupakan faktor penting dalam kualitas sensorik makanan. Nanoteknologi digunakan untuk mengontrol dan menstabilkan rasa pada berbagai jenis makanan. Salah satu pendekatan yang digunakan adalah dengan enkapsulasi menggunakan pembawa pelindung, seperti biopolimer, untuk melindungi rasa dari degradasi selama proses penyimpanan dan pembuatan makanan. Enkapsulasi nanocarrier memungkinkan pelepasan rasa secara terkontrol, yang menjaga kualitas rasa selama masa simpan.
2. Meningkatkan Bioavailabilitas Senyawa Bioaktif: Bioavailabilitas senyawa bioaktif merupakan faktor penting dalam pembuatan pangan fungsional. Nanoteknologi digunakan untuk meningkatkan bioavailabilitas senyawa bioaktif dengan menggunakan nanocarrier. Nanocarrier membawa senyawa bioaktif ke dalam aliran darah dengan efisien, meningkatkan penyerapan oleh sel epitel, dan mengurangi degradasi oleh enzim pencernaan.
3. Deteksi Zat Berbahaya dalam Makanan: Nanoteknologi digunakan untuk mengembangkan nanosensor yang dapat mendeteksi dan mengukur konsentrasi rendah patogen, senyawa organik, dan bahan kimia lainnya dalam makanan. Nanosensor memiliki sensitivitas tinggi, respons cepat, dan

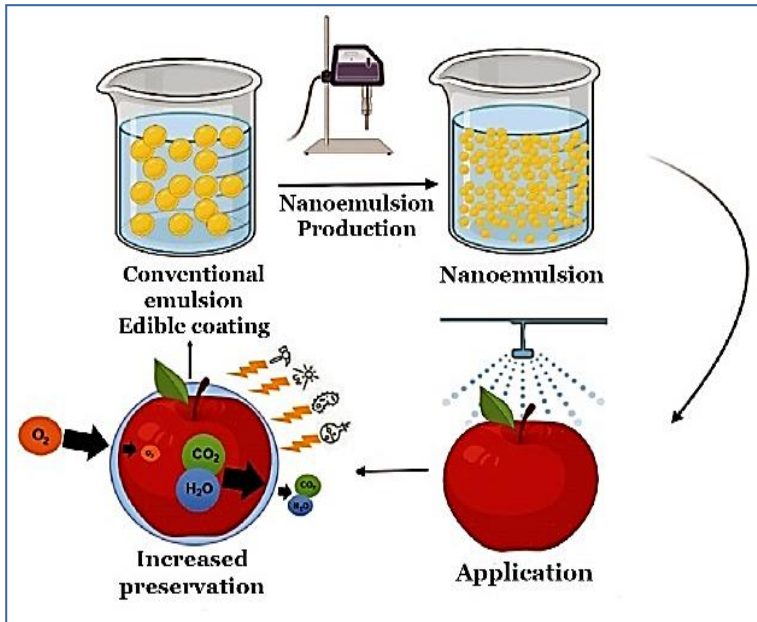
dapat digunakan untuk mengintegrasikan array sensor dalam skala besar. Contoh aplikasinya termasuk mendeteksi pestisida, patogen, dan mikotoksin dalam makanan, serta memonitor gas yang dihasilkan oleh makanan saat rusak.

Pada prosesing bahan pangan nanoteknologi mengembangkan bahan makanan berstruktur nano yang dapat meningkatkan umur simpan makanan dan mengurangi pemborosan karena serangan mikroba.

G. Nanoteknologi Dalam Penyimpanan Bahan Pangan

Nanoteknologi telah membuka pintu untuk pengembangan kemasan aktif yang mengintegrasikan nanopartikel sebagai agen antimikroba. Kemasan aktif ini tidak hanya bertindak sebagai penghalang pasif, tetapi juga membantu menghilangkan unsur-unsur yang merugikan seperti udara dan uap air, serta memfasilitasi pelepasan zat antibakteri secara langsung ke dalam makanan (Ghanbarzadeh et al., 2015).

Nanoteknologi memainkan peran penting dalam penyimpanan bahan pangan dengan meningkatkan bioavailabilitas dan mengamankan komponen bioaktif seperti nutraceuticals dan senyawa antimikroba fungsional. Enkapsulasi, melalui berbagai teknik seperti pendinginan semprot, koaservasi, nanoemulsi (Gambar 8) dan lainnya, telah terbukti efektif dalam meningkatkan waktu penyimpanan dan kelarutan komponen bioaktif dalam makanan, serta melindunginya dari degradasi (Singh et al., 2023).



Gambar 14. 8. Metode Nanoemulsi Untuk Peningkatan Waktu Penyimpanan Bahan Makanan

Penggunaan nanopartikel dalam bahan pengemas, seperti nanopartikel silikon dioksida dan pelapis nano, telah membantu memperpanjang masa simpan dan melindungi makanan dari pembusukan oleh mikroorganisme. Silikon dioksida (SiO_2) banyak digunakan sebagai pembawa aroma pada berbagai jenis makanan (Dekkers et al., 2011). Penggunaan nanopartikel logam seperti perak dan titanium dioksida digunakan untuk menetralkan bakteri berbahaya dalam makanan. Titanium dioksida (TiO_2) menggunakan pewarna metilen biru pengaktif redoks dapat mendeteksi oksigen dalam kemasan. Film dan pelapis antimikroba berbasis nanoteknologi menunjukkan potensi besar dalam melawan patogen seperti *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*, serta dalam memperlambat pertumbuhan bakteri lainnya (Arora & Padua, 2010).

H. Nanoteknologi Sebagai Nanosensing Pada Makanan

Nanosensing makanan terkait dengan keamanan makanan, penggunaan nanoteknologi dapat mengurangi proliferasi mikroba dalam produk makanan dan meningkatkan umur simpan, yang dapat dicapai melalui penggunaan bahan nano dengan sifat antimikroba (Magne et al., 2023). Nanomaterial, yang berperan sebagai sensor, memiliki peran penting dalam menjamin keamanan pangan dengan mendeteksi dan mengidentifikasi kuman, virus, dan bahan kimia berbahaya. Selain itu, bukti ilmiah menunjukkan bahwa nanoteknologi memiliki potensi untuk meningkatkan sifat penting seperti konduktivitas termal, kelarutan dalam air, dan ketersediaan nutrisi secara oral (Altemimi et al., 2024).

I. Mekanisme Pembuatan Nanoteknologi

Mekanisme pembuatan nanoteknologi dibagi menjadi dua pendekatan melalui metode sintesis, yaitu (Shah et al., 2016):

1. Pendekatan *Top-Down*

Pendekatan ini melibatkan pengurangan ukuran bahan mentah menjadi ukuran nano yang diinginkan. Alat yang tepat digunakan untuk mengurangi ukuran dan membentuk struktur nanomaterial yang diinginkan. Beberapa teknik yang termasuk dalam pendekatan top-down adalah:

a. Emulsifikasi

Proses ini melibatkan pencampuran dua cairan yang tidak bercampur (seperti minyak dan air) dengan aditif surfaktan untuk membentuk emulsi. Partikel nano kemudian terbentuk dari fase dispersi.

b. Teknik penguapan emulsifikasi-pelarut

Proses ini melibatkan pembentukan emulsi diikuti dengan penguapan pelarut untuk meninggalkan partikel nano.

2. Pendekatan *Bottom-Up*

Pendekatan ini melibatkan pembangunan bahan secara bertahap dari molekul atau atom. Proses ini dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti pH, suhu, konsentrasi, dan kekuatan ion. Beberapa teknik yang termasuk dalam pendekatan bottom-up adalah:

- a. Nanopresipitasi: Proses ini melibatkan pengendapan senyawa dari larutan untuk membentuk partikel nano.
- b. Kompleksasi inklusi: Proses ini melibatkan pembentukan kompleks antara molekul host dan molekul tamu yang tertanam di dalamnya.
- c. Koaservasi: Proses ini melibatkan penggabungan dua atau lebih molekul yang berbeda untuk membentuk partikel baru.
- d. Fluida superkritis: Proses ini melibatkan penggunaan fluida superkritis untuk membawa bahan ke dalam kondisi superkritis di mana mereka menunjukkan sifat cairan dan gas. Keduanya dapat digunakan untuk mengenkapsulasi senyawa bioaktif hidrofilik dan lipofilik. Namun, teknik tertentu lebih cocok untuk mengenkapsulasi jenis senyawa tertentu. Sebagai contoh, untuk senyawa lipofilik, nanopresipitasi, kompleksasi inklusi, dan teknik emulsifikasi-penguapan pelarut sering digunakan. Sedangkan untuk senyawa hidrofilik, emulsifikasi, koaservasi, dan fluida superkritis lebih umum digunakan (Shah et al., 2016).

J. Nanopartikel Pada Bahan Pangan

Nanopartikel memiliki kemampuan dalam mengadaptasi sifat kimia, fisik, dan mekaniknya untuk meningkatkan kinerja dibandingkan dengan ukuran mikronya. Nanopartikel diklasifikasikan ke dalam berbagai kategori berdasarkan dimensi partikelnya, skala nano (1-100 nm), morfologi, dan komposisi kimianya. Sebagai contoh, nanopartikel biopolimer adalah bahan food grade yang dibuat dari polisakarida dan dapat disintesis melalui berbagai metode, seperti emulsifikasi,

desolvasi, koaservasi, dan pengeringan semprotan listrik. Salah satu contoh aplikasi utama dari nanopartikel ini adalah untuk enkapsulasi dan pengiriman mikronutrien seperti vitamin, zat besi, dan protein (Mohammad et al., 2022).

Selain nanopartikel biopolimer, jenis lain dari nanomaterial yang umum digunakan adalah nanoemulsi, yang terbentuk dari campuran dua atau lebih cairan yang biasanya sulit untuk digabungkan, seperti minyak dan air. Nanoemulsi digunakan dalam sistem makanan untuk pengiriman zat aktif hidrofobik, seperti nutraceuticals, pewarna, zat penyedap, dan antimikroba. Selain itu, bahan aktif dari formulasi nanoemulsi dapat digunakan untuk menciptakan lapisan dan kemasan yang dapat terurai secara hayati untuk meningkatkan kualitas, nilai gizi, dan umur simpan produk makanan (Mohammad et al., 2022)

Nanoclay adalah jenis nanopartikel lain yang terdiri dari silikat mineral berlapis. Nanoclay memiliki unit struktural berlapis yang dapat membentuk kompleks kristal lempung melalui penumpukan lapisan-lapisan ini. Nanoklastik juga tersedia dalam berbagai kelas, termasuk montmorillonit, bentonit, smektit, klorit, illit, kaolinit, hectorit, dan halloysite. Karena ketersediaan yang luas, harga yang terjangkau, dan dampak lingkungan yang minim, aplikasi nanoclay telah diperluas ke banyak bidang, termasuk industri makanan (Guo et al., 2018).

Nanopartikel umumnya dikarakterisasi berdasarkan ukuran, morfologi, dan muatan permukaannya dengan menggunakan teknik mikroskopis canggih seperti pemindaian mikroskop elektron (SEM), mikroskop elektron transmisi mikroskop elektron transmisi (TEM) dan mikroskop gaya atom (AFM). Karakterisasi nanopartikel seperti (Dubey & Gupta, 2021):

1. Ukuran Partikel

Morfologi dan ukuran diukur menggunakan mikroskop elektron. Ukuran partikel dapat mempengaruhi degradasi polimer; misalnya, laju degradasi poli (asam laktat-

ko-glikolat) meningkat dengan ukuran partikel yang lebih besar dalam uji *in vitro*.

2. Hamburan Cahaya Dinamis (DLS)

DLS digunakan untuk menentukan ukuran nanopartikel dalam suspensi koloid dengan rentang ukuran nano hingga submikron. DLS memanfaatkan perubahan panjang gelombang cahaya saat bersinar pada partikel bergerak, berdasar ukuran partikel.

3. Pemindaian Mikroskop Elektron (SEM)

SEM memberikan pemeriksaan morfologi nanopartikel dengan visualisasi langsung. Sampel nanopartikel harus diubah menjadi bubuk kering sebelum dianalisis dengan SEM.

4. Mikroskop Elektron Transmisi (TEM)

Persiapan sampel untuk TEM membutuhkan waktu dan kompleksitas karena harus sangat tipis untuk transmisi elektron. Teknik ini berguna untuk mendapatkan informasi tentang morfologi dan ukuran nanopartikel.

5. Mikroskop Gaya Atom (AFM)

AFM menawarkan resolusi sangat tinggi dalam pengukuran ukuran partikel dan memungkinkan pemindaian fisik sampel pada tingkat submikron menggunakan ujung probe berskala atom. AFM menghasilkan peta topografi sampel berdasarkan gaya antara ujung dan permukaan sampel.

6. Muatan Permukaan

Stabilitas koloid dianalisis melalui zeta potensial nanopartikel, yang merupakan ukuran tidak langsung dari muatan permukaan. Potensial zeta yang tinggi penting untuk memastikan stabilitas dan menghindari agregasi partikel. Potensial zeta juga memberikan informasi tentang sifat bahan yang dikemas dalam nanokapsul atau dilapisi ke permukaan.

K. Nanoteknologi Pada Nutrisi

Nanoteknologi telah membawa kemajuan besar dalam penelitian nutrisi dengan cara membantu dalam mengetahui tentang lokasi dan interaksi komponen nutrisi dalam tubuh. Teknologi ini juga menjanjikan penilaian gizi yang lebih baik dan pengukuran bioavailabilitas yang lebih akurat. Penerapan nanoteknologi dalam nutrisi mencakup berbagai aspek, seperti modifikasi rasa, warna, dan tekstur makanan, deteksi patogen dan mikroorganisme pembusuk, serta meningkatkan kualitas gizi pangan. Nanoteknologi juga memberikan sarana baru untuk penyampaian nutrisi dan dapat membantu memahami lebih dalam tentang metabolisme dan fisiologi nutrisi (Srinivas et al., 2010).

Nanoteknologi berbasis nutrisi mengembangkan produk *nanoceuticals* dalam bidang suplemen makanan. Salah satu pendekatan yang menarik adalah penggunaan nanodroplet dalam semprotan vitamin, yang dapat meningkatkan penyerapan nutrisi penting seperti zat besi, kurkumin, dan asam folat. Partikel-partikel nano, khususnya struktur nanokokleat, telah terbukti efektif dalam meningkatkan penyerapan nutrisi tanpa mengubah rasa atau warna makanan. Metode utama untuk membuat suplemen melibatkan penggunaan kapsul berstruktur nano berisi probiotik dan bahan-bahan lainnya seperti seng (Zn) dan besi (Fe). Ukuran nano dari suplemen ini memungkinkannya berinteraksi lebih efektif dengan sel manusia, sehingga meningkatkan aktivitasnya. Nanokapsul juga telah terbukti meningkatkan ketersediaan antioksidan, minyak esensial, koenzim Q10, vitamin, fitokimia, dan mineral. Namun, teknologi ini juga menghadapi tantangan dalam mengembangkan sistem pengiriman nano yang sesuai dengan karakteristik nutrisi yang spesifik (Altemimi et al., 2024).

Beberapa makanan olahan nano dijual secara komersial. Tabel 14.1 menunjukkan peran nanoteknologi dalam produksi produk pangan nano komersial, serta aplikasinya dalam berbagai teknologi ilmu pangan.

Tabel 14. 1. Nanoteknologi Pada Sediaan Hasil Pangan

Nama Produk Makanan	Tipe Produk	Nanomaterial	Fungsi
Nutra Leaseanola Oil	Makanan dan minuman	Struktur <i>Nanosized self-assembled liquid</i> (NSSL)	Menghambat transportasi kolesterol dari sistem pencernaan ke dalam aliran darah
Nanotea	Minuman	Nanoselenium	Suplemen selenium
Jus buah beku	Minuman kesehatan	Micelles ukuran 5–100 nm in diameter	Asupan likopen
Minuman nutrisi Oat	Makanan dan minuman gandum	Nanodroplet	Mengandung 33% makro dan mikro nutrient
Roti Tip Top	Makanan	Struktur <i>Nanosized self-assembled liquid</i> (NSSL)	Nanokapsul asam lemak omega-3
Aquanova	Supplement makanan	Nanomicelles	Meningkatkan kelarutan vitamin, β -carotenes, dan asam lemak omega
Aquasol	Bahan tambahan pada makanan	Nanoscale miselle	Meningkatkan adsorbs dan memaksimalkan nilai nutrisi dan sebagai pengawet
Omega-3	Bahan tambahan pada makanan	Nanocochleates as small as 50 nm	Efektifitas fungsi omega 3
LycoVit	Food aditif	< 200 nm	Antioksidant dan minuman ringan

Nama Produk Makanan	Tipe Produk	Nanomaterial	Fungsi
Fresher Longer TM Miracle	Penyimpanan Makanan	25 nm of silver nanoparticles	Antimicrobial protection
Nano Storage Box	Food storage	Silver	Food storage
Nano-ceuticals™	Serbuk Nanosized	Mineral silikat Nanocolloidal dan Hidrase ^l ®	Menetralkan radikal bebas, menurunkan tegangan permukaan dan meningkatkan daya larut
Nutri-Nano™ CoQ-10	Nanopartikel	(~ 30 nm size)	Meningkatkan penyerapan lemak
Nano-Cluster™	nanocluster Spirulina	Nanoclusters dari spirulina, dan minuman nanocluster coklat	Peningkat rasa
Nano-cochleate nutrient	Coating	Sistem pembawa Phosphatidylserine-based (~ 50 nm) bahan dasar kedele	Sistem penghantaran micronutrient dan antioksidan
Bioral	Nano-cochleate	Calcium ions in GRAS phosphatidyl-serine from soya bean	A protective delivery system for micronutrients and antioxidants against enzymatic degradation
NanoSil-10	Minuman suplemen	Larutan silver	Antibakteri
Meso Silver	Minuman suplemen	Silver NPs	Meningkatkan bioavailabilitas

L. Penutup

Nanoteknologi merupakan bidang ilmu yang membawa inovasi dalam produksi makanan dengan menggunakan teknik alternatif untuk meningkatkan kualitas fisikokimia, stabilitas nutrisi, dan ketersediaan biologi.

Nanoteknologi telah memperluas batas-batas inovasi di berbagai sektor kegiatan manusia pada zaman sekarang. Materi nano telah mengalami kemajuan yang luar biasa dan telah diterapkan dalam beragam bidang ilmu pengetahuan dan industri, mulai dari industri makanan, elektronik, konstruksi, medis hingga perlindungan lingkungan.

Perkembangan berkelanjutan dalam produk nano terus berkembang terutama dalam industri makanan, membuka jalan bagi penciptaan makanan yang lebih aman dan lebih sehat. Nanomaterial berperan dalam menjaga keamanan pangan. Dalam bidang ilmu pangan, nanoteknologi telah memberikan dampak yang signifikan melalui sistem pengiriman nutrisi. Penggunaan bahan nano dalam sistem pengiriman nutrisi membawa berbagai manfaat. Dengan demikian, nanoteknologi membuka pintu menuju masa depan makanan yang lebih inovatif, aman, dan bermanfaat bagi kesehatan manusia (Mohammad et al., 2022).

DAFTAR PUSTAKA

- Altemimi, A. B., Farag, H. A. M., Salih, T. H., Awlqadr, F. H., Al-Manhel, A. J. A., Vieira, I. R. S., & Conte-Junior, C. A. (2024). Application of Nanoparticles in Human Nutrition: A Review. In *Nutrients* (Vol. 16, Issue 5). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI).
<https://doi.org/10.3390/nu16050636>
- Arora, A., & Padua, G. W. (2010). Review: Nanocomposites in food packaging. In *Journal of Food Science* (Vol. 75, Issue 1).
<https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2009.01456.x>
- Biswas, R., Alam, M., Sarkar, A., Haque, M. I., Hasan, M. M., & Hoque, M. (2022). Application of Nanotechnology In Food: Processing, Preservation, Packaging And Safety Assessment. *Heliyon*, 8(11), e11795.
<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e11795>
- Dekkers, S., Krystek, P., Peters, R. J. B., Lankveld, D. P. K., Bokkers, B. G. H., Van Hoeven-Arentzen, P. H., Bouwmeester, H., & Oomen, A. G. (2011). Presence And Risks Of Nanosilica In Food Products. *Nanotoxicology*, 5(3).
<https://doi.org/10.3109/17435390.2010.519836>
- Dubey, A., & Gupta, R. (2021). Nanoparticles: An Overview. In *Drugs and Cell Therapies in Haematology* (Vol. 10).
- Ghanbarzadeh, B., Oleyaei, S. A., & Almasi, H. (2015). Nanostructured Materials Utilized in Biopolymer-based Plastics for Food Packaging Applications. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 55(12).
<https://doi.org/10.1080/10408398.2012.731023>
- Guo, F., Aryana, S., Han, Y., & Jiao, Y. (2018). A review of the Synthesis And Applications Of Polymer-Nanoclay Composites. In *Applied Sciences (Switzerland)* (Vol. 8, Issue 9).
<https://doi.org/10.3390/app8091696>

- Magne, T. M., Alencar, L. M. R., Carneiro, S. V., Fachine, L. M. U. D., Fachine, P. B. A., Souza, P. F. N., Portilho, F. L., de Barros, A. O. da S., Johari, S. A., Ricci-Junior, E., & Santos-Oliveira, R. (2023). Nano-Nutraceuticals for Health: Principles and Applications. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 33(1), 73–88. <https://doi.org/10.1007/s43450-022-00338-7>
- Mohammad, Z. H., Ahmad, F., Ibrahim, S. A., & Zaidi, S. (2022). Application of Nanotechnology In Different Aspects Of The Food Industry. *Discover Food*, 2(1). <https://doi.org/10.1007/s44187-022-00013-9>
- Naoto, S., Hiroshi, O., Mitsutoshi, N., Mitsutoshi. 2009. Micro- and Nanotechnology For Food Processing. (Food Safety Series) Resource: Engineering And Technology For A Sustainable World. *Am. Soc. Agric. Eng.* **16**, 19.
- Nile, S. H., Baskar, V., Selvaraj, D., Nile, A., Xiao, J., & Kai, G. (2020). Nanotechnologies in Food Science: Applications, Recent Trends, and Future Perspectives. In *Nano-Micro Letters* (Vol. 12, Issue 1). Springer Singapore. <https://doi.org/10.1007/s40820-020-0383-9>
- Primozic, M., Knez, Z dan Leitgeb, M. 2021. (Bio)Anotechnology in Food Sicence - Food Packaging. *Nanomaterial*. 11, 292. <https://doi.org/10.3390/nano11020292>
- Pushparaj, K., Liu, W. C., Meyyazhagan, A., Orlacchio, A., Pappusamy, M., Vadivalagan, C., Robert, A. A., Arumugam, V. A., Kamyab, H., Klemeš, J. J., Khademi, T., Mesbah, M., Chelliapan, S., & Balasubramanian, B. (2022). Nano- From Nature To Nurture: A Comprehensive Review On Facets, Trends, Perspectives And Sustainability Of Nanotechnology In The Food Sector. *Energy*, 240. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.122732>
- Ray, S. S., & Bandyopadhyay, J. (2021). Nanotechnology-enabled Biomedical Engineering: Current Trends, Future Scopes, And Perspectives. In *Nanotechnology Reviews* (Vol. 10, Issue 1). <https://doi.org/10.1515/ntrev-2021-0052>

- Sahoo, M., Vishwakarma, S., Panigrahi, C., & Kumar, J. (2021). Nanotechnology: Current Applications And Future Scope In Food. In *Food Frontiers* (Vol. 2, Issue 1, pp. 3–22). John Wiley and Sons Inc. <https://doi.org/10.1002/fft2.58>
- Satyanarayana, T. (2018). □A Review on Chemical and Physical Synthesis Methods of Nanomaterials. *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*, 6(1), 2885–2889. <https://doi.org/10.22214/ijraset.2018.1396>
- Shah, M. A., Mir, S. A., & Bashir, M. (2016). Nanoencapsulation of Food Ingredients (pp. 132–152). <https://doi.org/10.4018/978-1-5225-0610-2.ch006>
- Singh, R., Dutt, S., Sharma, P., Sundramoorthy, A. K., Dubey, A., Singh, A., & Arya, S. (2023). Future of Nanotechnology in Food Industry: Challenges in Processing, Packaging, and Food Safety. In *Global Challenges* (Vol. 7, Issue 4). John Wiley and Sons Inc. <https://doi.org/10.1002/gch2.202200209>
- Srinivas, P. R., Philbert, M., Vu, T. Q., Huang, Q., Kokini, J. L., Saos, E., Chen, H., Peterson, C. M., Friedl, K. E., McDade-Ngutter, C., Hubbard, V., Starke-Reed, P., Miller, N., Betz, J. M., Dwyer, J., Milner, J., & Ross, S. A. (2010). Nanotechnology research: Applications in nutritional sciences. In *Journal of Nutrition* (Vol. 140, Issue 1). <https://doi.org/10.3945/jn.109.115048>
- Syafiq, M., Anjum, S., Hano, C., Anjum, I., dan Abbasi, B.H. 2020. An Overview of the Application of Nanomaterial and Nanodevices in the Food Industry. *Foods*, volum 9, issue 2. 148. <https://doi.org/10.3390/foods9020148>
- Thangavelu, L., & Veeraragavan, G. R. (2022). A Survey on Nanotechnology-Based Bioremediation of Wastewater. In *Bioinorganic Chemistry and Applications* (Vol. 2022). <https://doi.org/10.1155/2022/5063177>

- Vieira, I. R. S., Tessaro, L., Lima, A. K. O., Velloso, I. P. S., & Conte-Junior, C. A. (2023). Recent Progress in Nanotechnology Improving the Therapeutic Potential of Polyphenols for Cancer. In *Nutrients* (Vol. 15, Issue 14). <https://doi.org/10.3390/nu15143136>
- Yu, H., Park, J. Y., Kwon, C. W., Hong, S. C., Park, K. M., & Chang, P. S. (2018). An Overview Of Nanotechnology In Food Science: Preparative Methods, Practical Applications, And Safety. *Journal of Chemistry*, 2018. <https://doi.org/10.1155/2018/5427978>

BAB 15

PENILAIAN & UJI ORGANOLEPTIK

Ria Purnawian Sulistiani, S.Gz., M.Gz.

A. Uji Organoleptik

Uji organoleptik merupakan uji evaluasi sensorik yang digunakan untuk mendeskripsikan, mengukur, menganalisis hingga menafsirkan tanggapan konsumen dari suatu produk makanan melalui indra penglihatan, penciuman, sentuhan, pendengaran dan rasa. Uji ini bermanfaat dalam mengukur karakteristik sensorik dan daya terima suatu produk. Uji tersebut biasa digunakan di Perusahaan makanan maupun di lingkungan akademik. Di Perusahaan, orang yang melakukan uji sensoris/uji organoleptik akan bekerjasama dengan bagian pengembang produk untuk mengetahui apa yang disukai konsumen beserta alasannya. Di lingkungan akademik, uji sensoris selain menilai daya terima produk makanan juga digunakan untuk memahami cara kerja indra kita dalam merespon rangsangan internal (Mihaela,2023). Tingkat penerimaan di kalangan konsumen merupakan hal yang penting. Meskipun suatu produk makanan telah terjamin keamanan pangannya dengan memenuhi kriteria mikrobiologi, memiliki kandungan yang memadai namun apabila tidak enak maka akan ditolak oleh konsumen. Oleh karenanya uji sensoris/ uji organoleptik menjadi penting ketika menciptakan inovasi produk pangan (Lawless dan Heyman, 2010).

Dalam melakukan evaluasi sensoris makanan terdapat beberapa acuan standar diantaranya acuan petunjuk umum metodologi (FDIS 6658), metode menyelidiki sensitivitas rasa (ISO 3972:2011), metodologi pelatihan panelis dalam mendeteksi dan mengenali bau, petunjuk umum untuk membentuk profil sensorik (ISO 13299:2016), petunjuk umum untuk pemilihan panelis yang tidak terlatih maupun terlatih (ISO 13299:20212), petunjuk umum untuk penataan ruang organoleptik (ISO 8589:2010), dan petunjuk umum untuk staf laboratorium pengujian sensorik/organoleptik dan tanggung jawab staf (ISO13300-2:2006), standar rekrutmen dan pelatihan leader panelis (ISO 13300-2:2006), standar evaluasi ketahanan pangan suatu produk pangan (ISO 16779:2015) dan standar evaluasi perubahan rasa akibat pengemasan (ISO 13302:2003) (Mihaela,2023).

1. Uji Perbedaan (*Discriminative Test*)

Uji perbedaan (*discriminative test*) yaitu analisis yang digunakan untuk menguji sensoris agar mengetahui perbedaan sensoris diantara dua produk yang telah dimodifikasi. Uji lanjutan dari uji perbedaan ini dapat dilanjutkan melalui test deskriptif supaya mengetahui dasar perbedaannya dan mengetahui bahwa bahan alternatif pangan yang digunakan memenuhi syarat atau layak. Uji perbedaan dapat digunakan untuk panelis tidak terlatih yang dapat dengan mudah mendeteksi perbedaan antara 2 produk makanan atau lebih. Uji perbedaan terdiri dari uji perbandingan pasangan (*paired comparison test*), uji rangking (*rangking test*), uji segitiga (*triangle test*), dan uji duo-trio (*duo-trio test*).

Tabel 15. 1. Uji Perbedaan

Pertanyaan	Jumlah panelis	Uji	Uji statistik
Apakah produknya berbeda?	20-50 panelis	Panelis menilai analisis sensoris rasa dan penciuman	Uji binomial satu sisi, uji binomial dua sisi dan uji chi square

2. Uji Deskriptif (*Descriptive Test*)

Uji deskriptif merupakan metode yang mencakup keseluruhan parameter produk, deskripsi produk, identifikasi produk, dan identifikasi proses. Uji deskriptif cenderung mahal karena sebagai kontrol kualitas, namun merupakan metode yang tepat untuk pemecahan masalah apabila ada keluhan konsumen terkait produk makanan (Lawless dan Heyman, 2010). Uji deskriptif hanya bisa dilakukan oleh panelis terlatih yang dapat memberikan penilaian yang akurat terhadap produk makanan yang dianalisis. Uji deskriptif bisa untuk satu produk maupun dua produk. Uji deskriptif terdiri dari uji skoring/*scaling*, uji *flavor profile* dan uji *Qualitative Analysis Descriptive* (QAD).

Tabel 15. 2. Uji Deskriptif

Pertanyaan	Jumlah panelis	Uji	Uji statistik
Jika itu produk yang berbeda, seberapa berbedanya produk itu?	6-10 panelis terlatih	Panelis menilai analisis sensoris	Uji T atau uji ANOVA untuk melihat apakah terdapat perbedaan secara statistik

3. Uji Pemilihan/Penerimaan (*Preference/Acceptance Test*)

Uji preferensi atau tingkat kesukaan merupakan pengujian yang paling banyak digunakan oleh bagian pemasaran suatu Perusahaan makanan. Pengujian ini berguna untuk mengetahui apakah produk pangan tersebut akan diterima oleh konsumen atau tidak. Panelis tidak terlatih dapat digunakan dalam pengujian preferensi, jumlah panelis tidak terlatih harus cukup besar agar dapat mengambil kesimpulan yang tepat. Uji penerimaan lebih subjektif daripada uji deskriptif. Uji yang dapat dilakukan untuk pengembangan produk adalah uji hedonik. Pada uji panelis dimintai tanggapannya apakah menyukai produk tersebut atau tidak sehingga nanti diperoleh tingkat

kesukaannya. Tingkat kesukaan tersebut disebut dengan skala hedonik (Mihaela,2023).

Tabel 15. 3. Uji Penerimaan/Preferensi/Afektif/Hedonik

Pertanyaan	Jumlah panelis	Uji	Uji statistik
Apakah produk lebih disukai dibandingkan produk lain	75-150 konsumen per pengujian; Minimal 20 panelis untuk uji coba	Tanyakan seberapa besar mereka menyukai produk tersebut? Apabila produk tersebut sudah dipasarkan apakah sudah membeli dan berapa kali membelinya?	Uji Friedman, Uji T

Uji hedonik dan uji mutu hedonik merupakan bagian dari uji preferensi. Uji hedonik menanyakan Tingkat kesukaan makanan pada panelis dengan menggunakan skala hedonik seperti dari sangat suka hingga sangat tidak suka. Skala hedonik dapat diubah menjadi skala numerik dengan angka mutu. Sedangkan mutu hedonik menilai mutu suatu produk pangan dan Tingkat kesempurnaan dari sifat produk tersebut. Mutu hedonik lebih spesifik daripada uji hedonik. Mutu hedonik bisa menanyakan kenyal kerasnya bakso, manis pahitnya permen, tekstur kasar lembutnya kue dan sebagainya (Setyaningsih,2010).

Contoh pada penelitian pembuatan es krim susu dengan pasta “ubi ungu”, uji hedonik menggunakan 7 skala sebagai berikut: (Dianah, 2020)

- 7 : Amat sangat suka
- 6 : Sangat suka
- 5 : Suka
- 4 : Netral
- 3 : Agak tidak suka
- 2 : Tidak suka
- 1 : Sangat tidak suka

Sedangkan untuk metode hedonic es krim ubi ungu menggunakan skala dibawah ini (Dianah, 2020):

- a. Warna
 - Ungu sangat pekat 5
 - Ungu pekat 4
 - Ungu muda 3
 - Putih keunguan 2
 - Putih susu 1
- b. Aroma
 - Aroma pasta “ubi ungu” sangat kuat 5
 - Beraroma pasta “ubi ungu” 4
 - Agak beraroma “ubi ungu” 3
 - Beraroma susu 2
 - Sangat beraroma susu 1
- c. Rasa
 - Manis sangat terasa pasta “ubi ungu” 5
 - Manis terasa pasta “ubi ungu” 4
 - Manis agak terasa “ubi ungu” 3
 - Manis masih terasa susu 2
 - Manis terasa susu 1
- d. Tekstur
 - Sangat Kasar 5
 - Kasar 4
 - Agak kasar 3
 - Lembut 2
 - Sangat lembut 1

B. Syarat Ruang Uji Organoleptik dan Syarat Sampel Produk

Kondisi ruang uji organoleptik sebaiknya memenuhi kriteria dibawah ini:

1. Dinding berwarna putih
2. Terdapat ventilasi dengan siklus udara yang baik
3. Pencahayaan harus dikendalikan
4. Ruangan tidak boleh berisik
5. Terdapat ruang dapur yang bersih, laboratorium uji/ tempat ruang pencicip, dan ruang tunggu.
6. Ruang pencicip diberi penyekat antar panelisa satu dengan yang lain

Sampel yang akan diujikan harus memenuhi kriteria sebagai berikut:

1. Jumlah yang tersaji harus sama untuk setiap sampel
2. Suhu sampel makanan harus dikendalikan dan suhunya harus sama untuk setiap sampelnya.

Desain evaluasi sensorik harus memperhatikan beberapa hal diantaranya suhu, ukuran, kode dan waktu. Suhu makanan ketika akan dilakukan uji organoleptik harus diseragamkan dan sesuai dengan suhu standar makanan tersebut untuk dikonsumsi. Ukuran sampel makanan juga harus seragam. Ukuran selayaknya makanan disajikan sekali cicip yaitu 5 hingga 15 gram sedangkan untuk air 5 hingga 15ml. Penamaan sampel produk diberi kode, masing-masing sampel diberi kode 3 digit secara acak untuk menghindari bias. Pemberian nama secara berurutan akan menimbulkan bias yang akan memicu panelis memberikan poin lebih besar. Selain itu penulisan kode yang dimulai dengan huruf A atau 1 akan memicu panelis memberikan penilaian lebih baik dibandingkan yang lain (Unimus, 2013). Waktu terbaik untuk mencicipi atau melakukan uji organoleptik adalah pagi hari pukul 10.00-12.00 dan sore hari pukul 15.00-17.00 (Mihaela,2023).

C. Panelis dan Seleksi Panelis

Dalam uji organoleptik diperlukan panel, panel ini terdiri dari orang-orang yang bertugas menilai sifat sensoris. Orang yang menjadi anggota panel disebut dengan panelis. Terdapat 7 jenis panel diantaranya yaitu:

1. Panel Perseorangan

Panel ini terdiri dari orang-orang ahli yang memiliki kepekaan yang tinggi dan spesifik. Kepekaan yang tinggi tersebut diperoleh berdasarkan bakat maupun latihan-latihan yang intensif. Panel perseorangan sangat menguasai sifat, peranan dan cara-cara pengolahan bahan pangan yang akan dinilai serta sangat menguasai metode analisis organoleptik. Panel perseorangan sangat efisien dan efektif karena kepekaan panel tinggi sehingga bias dapat dihindari dan hanya butuh 1 orang panel saja.

2. Panel Terbatas

Panel terbatas memiliki wawasan yang baik mengenai faktor-faktor uji organoleptik dan dampak pengolahan terhadap bahan baku. Panel terbatas terdiri 3 hingga 5 orang panel yang memiliki kepekaan yang tinggi. Hasil akhir uji organoleptik dengan panel terbatas berdasarkan diskusi seluruh anggota panel.

3. Panel Terlatih

Panel terlatih memiliki kepekaan cukup baik dan untuk menjadi panelis terlatih perlu melewati seleksi dan latihan-latihan. Panel terlatih mampu menilai beberapa rangsangan indra. Dibutuhkan panel sebanyak 15 hingga 25 panel. Hasil akhir diambil setelah data yang ada dianalisis bersama-sama.

4. Panel Agak Terlatih

Panel agak terlatih sebelumnya mendapatkan pelatihan terkait sifat-sifat sensoris. Panel terbatas dapat dipilih dari kalangan terbatas namun diperlukan seleksi untuk menguji datanya. Data yang menyimpang boleh tidak dipakai. Dibutuhkan panel sebanyak 15 hingga 25 orang.

5. Panel Tidak Terlatih

Panel tidak terlatih dapat dipilih berdasarkan Tingkat pendidikan dan tingkat sosial. Panel tidak terlatih hanya boleh menilai uji organoleptik sederhana seperti Tingkat kesukaan. Panel tidak terlatih biasanya orang dewasa dengan proporsi jumlah pria dan perempuan sama.

6. Panel Konsumen

Dibutuhkan panel konsumen sebanyak 30 hingga 100 orang untuk menilai daya terima produk makanan di kalangan konsumen.

7. Panel Anak-anak

Panel anak-anak ini biasanya sebagai panelis produk makanan yang disukai anak-anak seperti es krim, permen, coklat dan sebagainya. Anak-anak yang bisa menjadi panel anak-anak adalah yang berusia kisaran 3 hingga 10 tahun. Media evaluasi uji organoleptic dapat dibantu dengan media gambar sesuai pemahaman anak-anak (Unimus,2013).

Seleksi panelis melalui proses perekrutan, kemudian pengisian kuesioner, melakukan wawancara dan uji seleksi sensori. Prosedur perekrutan kepada yang memenuhi syarat panelis dibawah ini (Mihaela,2023):

1. Bersedia berpartisipasi dan tertarik uji organoleptik;
2. Konsisten ketika mengambil keputusan;
3. Dalam kondisi sehat, bebas dari penyakit THT, tidak buta warna dan tidak mengalami gangguan psikologis, serta tidak sakit influenza dan sakit mata;
4. Tidak memiliki alergi terhadap bahan makanan;
5. Tidak melakukan uji 1 jam setelah makan;
6. Menunggu minimal 20 menit setelah merokok, mengunyah permen karet, makan dan mengonsumsi minuman ringan;
7. Tidak mengonsumsi makanan yang sangat pedas pada saat makan siang apabila pengujian dilakukan pada waktu siang hari;
8. Tidak menggunakan kosmetik seperti lipstick dan parfum serta mencuci tangan menggunakan sabun yang tidak memiliki bau.

Setelah memenuhi syarat, selanjutnya pengisian kuesioner mengenai latar belakang dari panelis serta bagaimana kebiasaan konsumsi dan pengetahuannya. Selanjutnya memasuki wawancara menanyakan kesediaan panelis mengikuti seluruh tahapan uji hingga akhir, memiliki sikap yang positif terhadap produk yang akan diuji, memiliki kesehatan yang baik (tidak merokok, tidak sedang mengonsumsi obat-obatan, dan tidak minum minuman keras) dan memiliki kemampuan komunikasi yang baik sehingga bisa mendeskripsikan atribut sensori suatu produk dengan jelas dan detail (Rahmadhani R,2016).

D. Lembar Evaluasi Sensoris

1. Lembar Uji Organoleptik

Nomor Urut Panelis :
Tanggal Uji Organoleptik :
Nama (Lengkap) :
Nomor Telepon :

Berikut ini merupakan produk Berilah penilaian tingkat kesukaan (warna, tekstur, rasa dan aroma) terhadap masing-masing sampel tersebut.

Petunjuk:

- a. Amatilah warna, tekstur, rasa dan aroma produk.
- b. Minumlah air mineral sebelum atau sesudah mencoba masing-masing sampel produk dan sebelum atau sesudah berpindah ke sampel produk lainnya.
- c. Cicupilah sampel yang tersedia satu per satu dan berikan penilaian pada kolom yang sesuai dengan penilaian Anda.
- d. Berikanlah penilaian dengan skala 1-9 sebagai berikut :
1= Amat Sangat Tidak Suka
2= Sangat Tidak Suka
3= Tidak Suka
4= Agak Tidak Suka
5= Biasa
6= Agak Suka

7= Suka

8= Sangat Suka

9= Amat Sangat Suka

Uji Hedonik

Kode	Warna	Tekstur	Rasa	Aroma
674				
342				
801				

Tanda tangan
Panelis

(.....)

2. Formulasi Terbaik

Dalam menentukan formulasi yang terbaik dapat menggunakan metode indeks efektifitas dengan tahapan sebagai berikut:

- Mengelompokan Parameter-Parameter
Parameter kimia dan fisik dikelompokkan secara terpisah dari parameter uji sensoris.
- Setiap parameter selanjutnya diberi bobot sesuai dengan tingkat kepentingan dalam mempengaruhi (0-1).
- Hitung besaran nilai efektivitas menggunakan rumus:

$$NE = NP - N_{tj}$$

$$N_{tb} - N_{tj}$$

Ket :

NE : Nilai Efektivitas

NP : Nilai Perlakuan

N_{tj} : Nilai yang Terjelek

N_{tb}: Nilai yang Terbaik

Parameter yang memiliki rata-rata semakin besar semakin baik, sehingga nilai terendah merupakan nilai terjelek dan nilai tertinggi merupakan nilai terbaik. Bagi parameter

yang memiliki rata-rata semakin besar semakin jelek, maka nilai terendah merupakan nilai yang terbaik dan nilai tertinggi merupakan nilai yang terjelek.

- d. Hitung nilai produk (NP) dengan rumus:

$$NP = NE \times \text{Bobot}$$

- e. Nilai produk (NP) dari semua parameter masing-masing kelompok selanjutnya dijumlahkan. Sampel yang memiliki NP tertinggi merupakan perlakuan dengan formulasi terbaik.

DAFTAR PUSTAKA

- Dianah, Mukhlis Syiatud. (2020). Uji Hedonik Dan Mutu Hedonik Es Krim Susu Sapi Dengan Penambahan Pasta Ubi Jalar Ungu (Lpomoea batatas L). Skripsi.UIN SUSKA RIAU. Pekanbaru
- Lawless, H. and Heymann, H. (2010) Sensory Evaluation of Food Science Principles and Practices. Chapter 1, 2nd Edition, Ithaca, New York.
- Mihaela D.P.(2023). Sensory Evaluation Techniques Of Food. The Annals Of "Valahia" University Of Targoviste.Doi: 10.2478/Agr-2023-0019
- Permadi MR, Huda Oktafa, Khafidurahman Agustianto, (2019). Perancangan Sistem Uji Sensoris Makanan Dengan Pengujian Preference Test (Hedonik Dan Mutu Hedonik), Studi Kasus Roti Tawar, Menggunakan Algoritma Radial Basis Function Network. Sintech Journal.Vol. 2 No 2
- Rahmadhani R, Kiki Fibrianto. (2016). Proses Penyiapan Mahasiswa Sebagai Panelis Terlatih Dalam Pengembangan Lexicon (Bahasa Sensori) Susu Skim UHT Dan Susu Kaya Lemak UHT.Jurnal Pangan dan Agroindustri. 4(1): p.190-200
- Setyaningsih, D., A. Apriyantono dan M. P. Sari. (2010). Analisis Sensoris untuk Industri Pangan dan Agro. Perpustakaan Nasional. Katalog dalam Terbitan (KDT). Bogor
- Unimus, Prodi Teknologi Pangan. (2013). Uji Organoleptik Produk Pangan

TENTANG PENULIS



Suherman, M.Si., lahir di Buhung Lantang, pada 30 Desember 1991. Pria yang kerap disapa Herman ini adalah anak pertama dari dua bersaudara dan lahir dari pasangan Sudirman (ayah) dan Mardiana (ibu). Tahun 2018, telah menyelesaikan pendidikan Magister pada Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin, sejak 2019 mengabdikan diri menjadi pendidik di salah satu perguruan tinggi swasta. Semasa Mahasiswa aktif dalam organisasi daerah Kabupaten Bulukumba dan Organisasi Pergerakan mahasiswa Islam Indonesia.



Ritma Dewanti, S.Gz., M.Gz., lahir di desa Karya Bhakti, Kecamatan Meraksa Aji, Kab Tulang Bawang, Provinsi Lampung, pada 08 November 1995. Penulis mendapatkan gelar Sarjana Gizi dari program studi gizi di salah satu kampus di Yogyakarta. Semestara gelar Magister Gizi diperoleh penulis di salah satu Universitas negeri di kota Solo. Wanita yang kerap disapa Ritma ini adalah anak dari pasangan Budiono (ayah) dan Paryani (ibu). Saat ini penulis mengabdikan diri sebagai dosen Program Studi Gizi di salah satu Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan di Bandar Lampung. Sebelumnya penulis sempat mengabdikan diri di salah satu Puskesmas yang berada di Tulang Bawang sebagai Tenaga Pelaksana Gizi (TPG).



Rita Maliza, S.Si., M.Si., Ph.D., lahir di Tembilahan, Indragiri Hilir, Riau, pada tanggal 19 September 1984. Menyelesaikan studi S1 di jurusan kimia, FMIPA Universitas Andalas (Unand) pada tahun 2007. Pada tahun 2011 penulis berhasil menyelesaikan studi S2 dengan predikat Summa Cum Laude pada Program Pascasarjana, Unand. Tahun 2012 penulis mendapatkan beasiswa dari DAAD (IGN-TTRC) untuk mengikuti program *Student Exchange di Departement of Biochemistry, Kassel University, Germany*. Pada tahun 2013 penulis melanjutkan studi S3 dalam bidang Human Biology melalui beasiswa Hashiya Scholarship Foundation dan Murayama Foundation di Departement of Histology and Cell Biology, Graduate School of Medicine, Jichi Medical University, Japan. Penulis mengabdikan sebagai staf pengajar di Departemen Biologi, Unand, sejak tahun 2022. Fokus riset pada bidang kajian Molecular Endocrinology. Penulis adalah salah satu pemenang Writhingthon Kemenristek Dikti 2018 dari Indonesia untuk Citarum Harum. Pada tahun 2022 penulis juga menulis buku referensi dengan judul *Pharmacogenomic: toward precision medicine*. Alamat: Laboratorium Struktur & Perkembangan Hewan, Jurusan Biologi FMIPA UNAND, Padang 25163. Email: ritamaliza@sci.unand.ac.id



Muhammad Muayyad Billah, S.Tr.Gz., M.Gz., Dietisien. Penulis berprofesi sebagai ahli gizi sejak tahun 2015 dan sudah bekerja di salah satu RS POLRI di Bandung. Selain menjadi dosen di Institut Kesehatan Rajawali, penulis juga aktif menjadi konsultan menu di perusahaan, aktif menjadi pembicara di seminar dan menulis artikel. Email: muhbillah_23@yahoo.com



Sherly Asri Widyaningrum, S.Gz., M.Gz., lahir di Baturaja, pada 26 Februari 1995. Ia tercatat sebagai lulusan Universitas Respati Yogyakarta dan Universitas Sebelas Maret untuk program S2 nya. Wanita yang kerap disapa Sherly ini saat ini menjadi tenaga pendidik di Universitas Muhammadiyah Surakarta. Pengalamannya pernah menjadi asisten dosen yang mendorongnya untuk melanjutkan studinya hingga S2 dan menjadi ia yang sekarang.



Devillya Puspita Dewi, S.Gz., M.P.H., lahir di Magelang, pada 3 Desember 1982. Ia menempuh pendidikan D3 Gizi di Poltekkes Kemenkes RI Yogyakarta Jurusan Gizi lulus tahun 2004, menempuh S1 Gizi Kesehatan di FKMK UGM lulus tahun 2006 dan menempuh S2 di Minat Gizi dan Kesehatan IKM FKMK UGM lulus tahun 2012.



Diana Nurrohima, S.Gz., M.Gz., Dietisien atau akrab dipanggil Dede lahir di Kediri tahun 1996. Ia tercatat sebagai lulusan Universitas Respati Yogyakarta (S1) dan Universitas Sebelas Maret (S2). Ia berpengalaman menjadi asisten dosen, ahli gizi online, editorial board jurnal, reviewer jurnal, freelance speaker & writer. Saat ini beliau baru menyelesaikan pendidikan di Poltekkes Kemenkes Malang sebagai mahasiswa Pendidikan Profesi Dietisien. Kontak dapat menghubungi melalui dnurrohima@gmail.com



Yasinta Nofia, S.Gz., M.Gz., lahir di Bajawa, pada 19 November 1995 dan menetap di Nusa Tenggara Timur. Ia tercatat sebagai lulusan sarjana Universitas Respati Yogyakarta dan magister di Universitas Sebelas Maret Surakarta. Wanita yang kerap disapa Nofi ini adalah anak kedua dari empat bersaudara dari pasangan Largus Panggut (ayah) dan Agnes Lejo (ibu). Penulis pernah menjadi Asisten Dosen di Universitas Respati Yogyakarta dan dosen di Politeknik Kesehatan Bakti Sumba. Penulis bisa dihubungi melalui email: nofinofia19@gmail.com



Isnanda Putri Nur Istiqomah, S.Gz., M.Gz., penulis berprofesi sebagai Dosen Ilmu Gizi di Sekolah Tinggi Pariwisata Sahid Surakarta program studi Kuliner, selain itu menjadi dosen, penulis juga merupakan pemilik dari jasa catering sehat Foodzaam catering yang sudah berdiri sejak 2018. Penulis juga aktif menjadi ahli gizi atlet Sentra olahraga Disabilitas yang merupakan program dari Kementerian pemuda dan olahraga, aktif menjadi pembicara dan penulis artikel ilmiah. Email: isnandaputri3@gmail.com



dr. Rauza Sukma Rita, Ph.D., merupakan dosen tetap Departemen Biokimia, Fakultas Kedokteran, Universitas Andalas, Padang, Sumatera Barat. Penulis merupakan anak dari pasangan Asrizal Jarat (ayah) dan Yurnita, Amd.Keb (Ibu). Setelah tamat Dokter Umum di Fakultas Kedokteran Universitas Andalas, (2009), penulis melanjutkan S3 bidang Kedokteran di Jichi Medical University, Jepang (2011

sampai 2015). Penulis aktif menulis buku dan artikel di berbagai jurnal nasional dan internasional.



Siti Nurjana Kurniaty Tanaiyo, S.Gz., M.Gz., lahir di Jayapura, pada 15 April 1996. Penulis menamatkan pendidikan S1 di Universitas Darussalam Gontor. Pendidikan S2 di bidang Clinical Nutrition di Universitas Darussalam Gontor (2023). Penulis saat ini ditugaskan sebagai tim ahli penurunan stunting di Kabupaten Seruyan dan bekerja sebagai tenaga kontrak di Dinas Kesehatan.



Kuntari Astriana, S.Gz., M.Gizi, lahir di Bantul Yogyakarta, pada 9 Juni 1987. Ibu dari satu orang anak ini kerap disapa Ana, setelah tamat dari Sekolah Menengah Farmasi (SMF) penulis melanjutkan pendidikan S1 Ilmu Gizi di Universitas Respati Yogyakarta dan S2 Ilmu Gizi di Universitas Sebelas Maret Surakarta. Saat ini penulis tercatat sebagai dosen tetap di Program Studi Gizi Program Sarjana Universitas Respati Yogyakarta. Adapun buku yang pernah penulis terbitkan antara lain Survei Konsumsi Gizi, Manajemen Program Gizi, Gizi Kesehatan Masyarakat, Metabolisme Energi dan Zat Gizi Makro, Keamanan Pangan dan Metabolisme Zat Gizi Mikro.



Sheila Rosmala Putri, S.Pi., M.Gz., adalah lulusan S-1 Program Studi Teknologi Hasil Perikanan Jurusan Perikanan Fakultas Pertanian UGM dan S-2 Human Nutrition Universitas Sebelas Maret (UNS) Surakarta. Sejak tahun 2018, ia aktif menjadi asisten dosen dalam proyek penelitian. Penelitian-penelitian yang pernah dilakukan adalah

Efek Dose-Response Suplementasi Furikake Berbasis Algae (*Ulva* sp.) dan Ikan Tuna (*Thunnini*) terhadap Status Gizi (2018-2019), Fungsi Kognitif Tikus Wistar (*Rattus norvegicus*) Malnutrisi dan Pengembangan Produk Makanan Tabur Berbasis Labu Siam dan Ikan Tuna (CHAGURO) sebagai Terapi Diet bagi Individu Prediabetes dengan Dislipidemia (2019-2020), Pengembangan Makanan Camil “Chamcham Chips” untuk Penanganan Anemia pada Remaja Putri di Pondok Pesantren Yogyakarta dan Gontor 1 (2021-2022), Pengembangan Bubur Instan Lansia “Bensuka” Terhadap Profil Lipid, Marker Inflamasi, dan Kebugaran pada Lansia dengan Dislipidemia (2021-2022). Hasil publikasi jurnal ilmiah yang sudah terbit yaitu *Effects of Supplementation with Furikake Ulvamina Made of Algae (Ulva sp.) and Tuna (Thunnini) on Cognitive Function of Malnourished Mice (Rattus norvegicus)*, *Effect of Administration of CHAGURO Made of Chayote (Sechium edule) and Tuna (Thunnus sp.) on Rats Induced with Streptozotocin-Nicotinamide and a High-Fat Diet*, *The Effect of Health Promotion Using Emo Demo Video on the Selection of Food Contains Iron for Anemia Prevention in Adolescents: Study at Islamic Senior High School in Yogyakarta*. Email: sheilarosmalaputri@gmail.com



Dr. Dessy Arisanty, M.Sc., lahir di Padang, pada 12 Januari 1979. Ia tercatat sebagai lulusan Sarjana FMIPA Universitas Andalas, jenjang Master (S2) di *Biomedical Department of Medical Faculty and Health Sciences Universiti Putra Malaysia* dibidang *Medical Biochemistry*. Selanjutnya studi Doktor pada Program Doktor Ilmu Biomedis dengan kajian *Molecular Cancer of Epigenetic*. Wanita yang kerap disapa Dessy ini adalah anak dari pasangan Anwar Manan (ayah) dan Dasmiaty (ibu). Penulis sebagai staf pengajar di Departemen Biokimia Fakultas Kedokteran Universitas Andalas (UNAND). Dan saat menulis ini, penulis menjabat sebagai Ketua Program Studi Ilmu Biomedis Program Sarjana, Fakultas Kedokteran UNAND. Penulis bukanlah orang baru di dunia Pendidikan. Berbagai kegiatan ilmiah dan banyak artikel yang sudah dipublikasikan. Penghargaan yang pernah diraih adalah sebagai lulusan terbaik Fakultas MIPA, Medali Perak pada ITEX exhibition Malaysia. Medali emas pada *Inovation Technology 2023*.



Ria Purnawian Sulistiani, S.Gz., M.Gz. Menempuh pendidikan sarjana ilmu gizi dan magister gizi di Universitas Diponegoro. Saat ini penulis bekerja sebagai dosen program studi Gizi di Universitas Muhammadiyah Semarang. Penulis tertarik mengenai pangan fungsional, gizi molekuler, mikrobiologi pangan, nutrigenomik, survey status gizi, kesehatan, gizi klinis dan gizi masyarakat.
Email: riapurnawian@unimus.ac.id/ 082230949517