

Buku Gizi Pangan Ikani

by Lena Damongilala

Submission date: 20-Apr-2021 01:05PM (UTC+0700)

Submission ID: 1564437221

File name: BUKU_GIZI_PANGAN_IKANI_200421-tanpa_cover.docx (870.04K)

Word count: 11209

Character count: 70230

KANDUNGAN GIZI PANGAN IKANI

Dr. Ir. Lena Jeane Damongilala, M.Si.



PMG

Penerbit

CV. PATRA MEDIA GRAFINDO BANDUNG

2021

KANDUNGAN GIZI PANGAN IKANI

Penulis:

Dr. Ir. Lena Jeane Damongilala, M.Si.

19

Hak Cipta @ pada Penulis Dilindungi (All right reserved)

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



Penerbit
CV. PATRA MEDIA GRAFINDO
BANDUNG

Jl. Jend. Sudirman No. 736 - Bandung
Telp./Fax: 022-6040938, HP: 081214466604
e-mail: luhut68@yahoo.co.id
website: www.patramedia.com

ANGGOTA IKAPI

Cetakan pertama Maret , 2021

Cover Design by: CV. Patra Media Grafindo

Perpustakaan Nasional: Katalog dalam Terbitan

ISBN 978-623-6626-31-3



KATA PENGANTAR

Ikan dan komoditi perikanan lainnya sangat dibutuhkan manusia, karena mengandung berbagai zat gizi, terutama protein, lemak, karbohidrat, serta vitamin dan mineral, bahkan senyawa bioaktif spesifik yang bervariasi pada setiap produk perikanan. Oleh karena itu dalam pemenuhan kecukupan gizi konsumen, membutuhkan pengetahuan tentang kandungan gizi produk yang dikonsumsi.

Buku dengan judul *Kandungan Gizi Pangan Ikani* ini, dapat digunakan sebagai bahan referensi bagi mahasiswa yang mengambil matakuliah Gizi Pangan Ikani, juga bagi mahasiswa perikanan lainnya, bahkan masyarakat umum yang berminat untuk membacanya. Dalam buku ini diperoleh informasi kandungan gizi ikan dan produk perikanan lainnya, serta manfaatnya bagi tubuh manusia.

Materi yang ditulis dalam buku ini berasal dari referensi yang penulis cantumkan pada Daftar Pustaka. Apabila terdapat kesalahan pengutipan, tentunya akan diperbaiki.

Pada kesempatan ini disampaikan terima kasih kepada banyak pihak yang membantu terbitnya buku ini. Kepada para mahasiswa yang memberi masukan dalam proses belajar-mengajar, disampaikan terima kasih. Juga, selayaknya haturkan terima kasih kepada teman-teman sejawat di Program Studi Pengolahan Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Sam Ratulangi, atas berbagai saran dan bantuan untuk merampungkan buku ini. Terima kasih juga kepada Penerbit CV. Patra Media Grafindo, atas kesediaannya menerbitkan buku ini.

Buku ini tentu tidak luput dari berbagai kekurangan. Oleh karena itu, saran dari berbagai pihak untuk perbaikannya sangat diharapkan. Kiranya buku ini bermanfaat bagi para mahasiswa dan siapa saja yang membacanya.

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman	
KATA PENGANTAR	iii	
DAFTAR ISI	iv	
DAFTAR GAMBAR	v	
DAFTAR TABEL	vi	
BAB 1. Konsep Dasar Pangan Sumber Gizi	1	
1.1 Pengertian gizi pangan dan ruang lingkupnya	1	
1.2 Pangan ikani dan manfaatnya	4	
BAB 2. Protein Pangan Ikani	11	
2.1 Karakteristik protein	11	
2.2 Kandungan protein pangan ikani	12	
BAB 3. Karbohidrat dan Serat Pangan Ikani	16	
3.1 Pengertian karbohidrat dan serat	16	
3.2 Kandungan karbohidrat dan serat pangan ikani	18	25
BAB 4. Lemak Pangan Ikani	25	
4.1 Fungsi lemak pangan	25	
4.2 Kandungan lemak pangan ikani	25	
BAB 5. Vitamin dan Mineral Pangan Ikani	30	
5.1 Vitamin pangan ikani	30	
5.2 Mineral pangan ikani	34	
BAB 6. Kandungan Gizi Rumput Laut	38	
6.1 Potensi rumput laut	38	
6.2 Manfaat antioksidan rumput laut	41	
BAB 7. Penutup	52	
DAFTAR PUSTAKA	53	
BIODATA PENULIS	60	

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Haaman
1.1. Interaksi ketersediaan bahan pangan bagi manusia	2
1.2. Hubungan kebutuhan pangan dengan konsumen	4
1.3. Pola pikir pengembangan produk perikanan bernilai tambah	6
1.4. Ikan segar	8
2.1. Struktur ikatan peptida	11
6.1. Rumput laut <i>Eucheuma spinosum</i> dan <i>E.cotonii</i>	39

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1.1. Komposisi rata-rata daging beberapa jenis ikan	9
1.2. Komposisi rata-rata daging udang, kepiting, kerang, dan teripang	9
2.1. Kandungan kalori dan protein ikan per 100g	15
4.1. Kandungan kalori dan lemak ikan per 100g	27
4.2. Prosentase jumlah omega-3 pada ikan (g/100g)	28
4.3. Asam lemak omega-3 (EPA dan DHA) pada beberapa minyak ikan	29
5.1. Kandungan vitamin A berbagai jenis ikan	31
5.2. Kandungan vitamin D3 minyak hati berbagai jenis ikan	32
5.3. Kandungan thiamin beberapa jenis ikan	33
5.4. Kandungan piridoksin beberapa jenis ikan	33
5.5. Kandungan vitamin B ₁₂ pada bagian organ tubuh beberapa jenis ikan	34

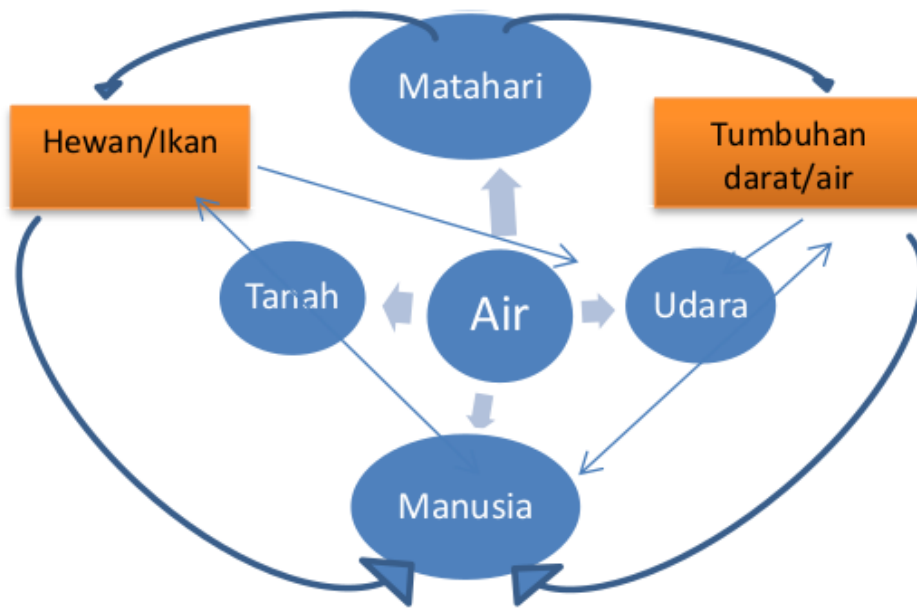
BAB 1. Konsep Dasar Pangan Sumber Gizi

1.1 Pengertian gizi pangan dan ruang lingkungannya

Kebutuhan pangan manusia bersumber dari berbagai tumbuhan, ternak, dan ikan. Ketersediaan bahan-bahan tersebut sangat tergantung pada berbagai sumberdaya alam, yaitu: tanah, air, udara, dan matahari. Komponen sumberdaya alam berkaitan erat dengan keberadaan bahan pangan dalam kemampuan berinteraksi satu sama lain. Interaksi dan ketersediaan dimaksud terlihat pada Gambar 1.1. Dengan bantuan sinar matahari bahan-bahan pangan diolah menjadi : buah, biji, serat, karbohidrat, protein, dan minyak sebagai sumber pangan manusia. Demikian ternak dan ikan menghasilkan daging, telur, atau susu dan lemak yang melengkapi ketersediaan kebutuhan dasar masyarakat akan bahan makanan untuk bertahan hidup.

Pangan dan gizi adalah komponen penting dalam mewujudkan sumberdaya manusia sehat berkualitas, sehingga mampu berperan bagi pembangunan bangsa. Pangan merupakan bahan penopang yang memungkinkan manusia untuk bertumbuh, memelihara tubuhnya, serta berkembang biak.

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 28 tahun 2004, pangan adalah “segala sesuatu yang berasal dari sumber hayati dan air, baik yang diolah maupun yang tidak diolah, yang diperuntukkan sebagai makanan atau minuman bagi konsumsi manusia, termasuk bahan tambahan pangan, bahan baku pangan, dan bahan lain yang digunakan dalam proses penyiapan, pengolahan, dan atau pembuatan makanan atau minuman”.



Gambar 1.1. Interaksi ketersediaan bahan pangan bagi manusia (Baliwati *dkk.*, 2004).

Kata gizi berasal dari bahasa Arab *gizawi* yang berarti nutrisi. Secara teknis, gizi dapat diartikan sebagai penyaluran bahan makanan bagi seluruh sel dan jaringan tubuh, sehingga tubuh bisa menjadi kuat, dengan jiwa dan pikiran sehat. Zat gizi adalah komponen dalam bahan pangan yang terurai selama proses pencernaan dalam tubuh, termasuk di dalamnya air, karbohidrat, protein, lemak, vitamin, dan mineral (Cakrawati dan Mustika, 2014). Gizi yang seimbang sangat dibutuhkan tubuh, terlebih pada balita yang masih dalam masa pertumbuhan. Makanan dengan kualitas dan kuantitas yang tepat sangat dibutuhkan dalam masa tumbuhkembang balita yang berlangsung cepat. Oleh karena itu, pengaturan asupan makanan sangat membutuhkan pengetahuan tentang kualitas dan kuantitasnya, sebab merupakan kebutuhan vital setiap manusia.

Gizi yang baik sangat ditentukan oleh kesesuaian jenis pangan dengan kebutuhan tubuh. Selain itu, jenis pangan yang baik harus memiliki ketahanan dan keamanan pangan yang baik.

Ketahanan pangan (*food security*) merupakan basis ketahanan ekonomi dan ketahanan nasional secara berkesinambungan yang meliputi aksesibilitas, ketersediaan, keamanan, dan kesinambungan. Aksesibilitas dimaksudkan bahwa setiap rumah tangga mampu menjangkau dan memenuhi kecukupan pangan keluarga dengan gizi yang baik. Ketersediaan pangan adalah jumlah kecukupan rata-rata pangan yang mampu memenuhi kebutuhan konsumsi wilayah dan rumah tangga. Di lain pihak, keamanan pangan (*food safety*) menitikberatkan kualitas pangan yang mampu memenuhi kebutuhan gizi. Di Indonesia, masih banyak masyarakat yang tergolong dalam masyarakat miskin, sehingga ketahanan pangan belum dapat terpenuhi secara optimal. Kemiskinan menyebabkan adanya kasus busung lapar dan kwashiorkor.

Di era globalisasi ini, masyarakat sebagai konsumen cenderung menjalani gaya hidup 3F, *Food*, *Fun*, dan *Fashion*. Di era pasar bebas produk-produk pangan hasil industri global akan menjangkau ke seluruh negara di dunia termasuk Indonesia. Oleh karena itu, dibutuhkan upaya antisipasi terhadap pola dan gaya hidup tersebut. Misalnya, pengembangan kualitas produk yang lebih kompetitif, peningkatan strategi menghadapi kecenderungan konsumen terkini dalam kebiasaan makan (*food habit*) serta pola makan yang berubah dari waktu ke waktu. Selain itu, industri pangan harus dinamis, inovatif, dan kompetitif dalam mengikuti perkembangan regulasi berkaitan pangan, baik yang baru muncul atau perubahan regulasi yang sudah ada.

Kinerja produksi pangan akan mempengaruhi ketersediaan bahan pangan bagi masyarakat. Agar masyarakat dapat mengkonsumsi bahan makanan secara aman, merata, seimbang, dan kontinu, maka peranan faktor produksi, pemasaran, jasa angkutan/transportasi, dan akses sangat penting diperhatikan. Pada Gambar 1.2, disajikan hubungan kebutuhan dasar pangan dengan manusia sebagai konsumen.



Gambar 1.2. Hubungan kebutuhan pangan dengan konsumen

1.2 Pangan ikani dan manfaatnya

Ikan termasuk jenis organisme hasil perikanan sebagai bahan pangan. Hasil perikanan meliputi semua makhluk yang hidup di lingkungan perairan baik di laut, sungai, waduk, kolam, tambak, dan perairan lainnya. Makhluk yang hidup di lingkungan perairan ini, antara lain berbagai jenis : ikan, krustasea atau udang-udangan, moluska atau kerang-kerangan, termasuk ikan paus, anjing laut, singa laut, kura-kura, buaya, ular, serta tumbuh air di antaranya rumput laut, alga, dan sebagainya.

Pangan ikani mencakup semua bahan pangan terutama ikan dan hasil perikanan lainnya, termasuk rumput laut dan berbagai tumbuhan air, yang dapat dikonsumsi oleh manusia. Kualitas hasil perikanan, baik yang ditangkap dari alam maupun hasil budidaya sangat ditentukan oleh cara penanganannya. Sebagai implikasinya, peran ahli di bidang teknologi pengolahan hasil perikanan menjadi sangat penting. Para ahli teknologi

pengolahan hasil perikanan harus dapat memahami sifat-sifat dari berbagai spesies organisme yang akan diolah, sehingga produknya dapat diterima sesuai dengan harapan konsumen. Pengetahuan tentang makanan yang berhubungan dengan gizi ikani yang berkaitan dengan kesehatan, di antaranya ikan dan berbagai hasil perikanan.

Menurut Wijayanti, *dkk* (2010), suatu bahan dapat disebut sebagai bahan pangan, bila memenuhi syarat khusus, antara lain: bernilai gizi tinggi, memenuhi selera konsumen, aman, dan sehat untuk dikonsumsi. Ikan, merupakan bahan pangan yang mempunyai rasa khas gurih dan manis. Secara umum digunakan sebagai lauk-pauk, karena memiliki citarasa yang disukai orang. Ikan dan kebanyakan hasil perikanan memiliki kriteria tersebut, sehingga layak disebut sebagai bahan pangan.

Komponen penyusun daging ikan termasuk bernilai gizi tinggi, karena mengandung makronutrien dan mikronutrien penting bagi manusia, yaitu: protein, lemak, sedikit karbohidrat, vitamin, dan garam-garam mineral. Protein merupakan komponen terbesar dalam ikan setelah air dalam jumlah yang cukup banyak, sehingga ikan merupakan sumber potensial protein hewani.

Protein ikan lebih mudah dicerna serta mengandung asam-asam amino esensial dan non-esensial yang diperlukan tubuh manusia. Asam amino esensial tidak dapat dihasilkan tubuh manusia secara langsung sehingga hanya bisa diperoleh dari luar atau melalui asupan makanan, sedangkan asam amino non-esensial dapat disintesis tubuh manusia.

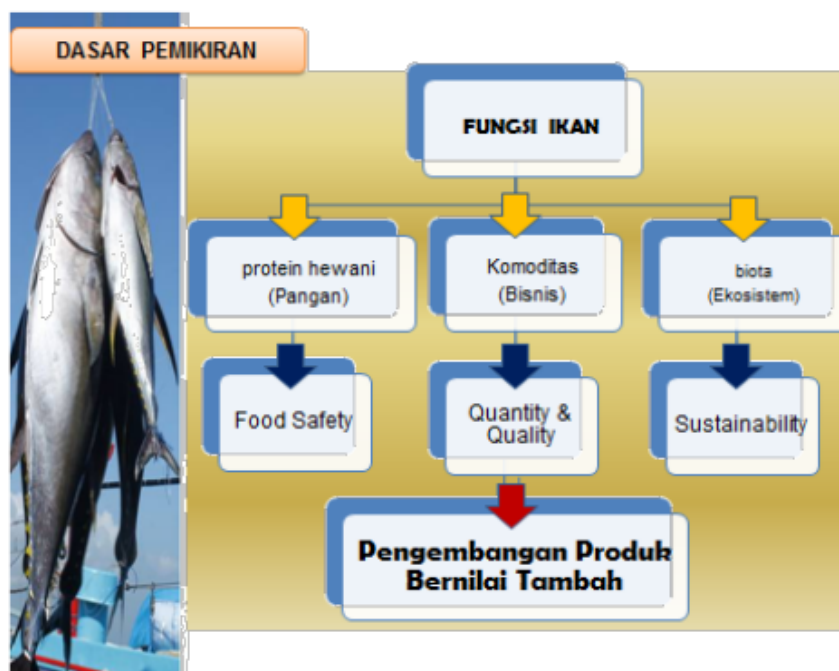
Beberapa jenis ikan juga mengandung lemak yang tergolong tinggi. Ikan merupakan sumber utama asam lemak omega-3, sehingga ikan merupakan sumber lemak yang baik. Vitamin dan pigmen merupakan komponen minor yang larut dalam lemak ikan. Selain itu, meskipun kandungan karbohidrat dan vitamin pada ikan sangat rendah, tetapi ikan dapat menyediakan kedua komponen tersebut. Pada ikan, karbohidrat

umumnya berbentuk polisakarida, yaitu glikogen yang disebut pati hewani. Vitamin yang banyak terdapat dalam ikan ialah vitamin A dan D.

Menurut Wijayanti, *dkk* (2010), dalam tubuh manusia, daging ikan berfungsi untuk :

1. Sumber energi penunjang aktivitas harian
2. Sumber zat pembangun yang membantu dan memelihara tubuh
3. Sumber pertahanan tubuh untuk meningkatkan daya tahan tubuh terhadap penyakit
4. Sumber pengaturan kelancaran proses fisiologis di dalam tubuh.

Dasar pemikiran peranan dan fungsi ikan bagi manusia terlihat pada Gambar 1.3.



Gambar 1.3. Pola pikir pengembangan produk perikanan bernilai tambah (KKP, 2013)

2
Bagi kita di Indonesia, keuntungan yang diperoleh apabila memanfaatkan ikan sebagai sumber protein hewani dibandingkan sumber protein hewan lainnya, ialah:

1. Wilayah perairan Indonesia sangat luas dan memiliki berbagai jenis ikan dan biota air lainnya, namun belum dimanfaatkan secara maksimal. Oleh karena itu, dalam pemenuhan kebutuhan akan protein hewani sangat mendukung melalui pemanfaatan sumberdaya perikanan, pengolahan, dan pengembangan produk hasil perikanan.
2. Kandungan protein ikan adalah komponen gizi terbesar dan cukup tinggi (dapat mencapai 20%). Asam-asam amino sebagai penyusun protein, teristimewa yang esensial sangat dibutuhkan tubuh manusia.
3. Protein daging ikan mempunyai nilai biologis sebesar 90%, artinya 90% protein ikan mampu diserap oleh tubuh dan 10% dibuang.
- 2
4. Daging ikan tersusun melalui tenunan otot relatif lunak sehingga mudah dicerna.
5. Daging ikan mengandung asam lemak tak-jenuh yang dibutuhkan manusia, serta rendah kolesterol sehingga daging ikan tidak berbahaya bagi kesehatan manusia.
6. Kandungan zat mineral pada daging ikan cukup tinggi, misalnya K, Fe, dan Mg. Selain itu, mengandung vitamin A dan D yang dapat menunjang kesehatan mata, kulit, dan proses pembentukan tulang.
7. Produk ikan mudah diolah dan disajikan dalam berbagai bentuk olahan, dengan harga yang relatif murah dibandingkan sumber protein hewani lain.
8. Ikan memiliki nilai ekonomis penting dan menjadi penyumbang devisa negara, sebagai komoditas bisnis.

Tinjauan terhadap daging ikan dari segi kesehatan, agama, suku bangsa, maupun tingkat perekonomian, dapat diterima oleh segenap lapisan masyarakat. Tingkat penerimaan atau derajat kesukaan seseorang terhadap ikan tergolong sangat tinggi. Hal

ini disebabkan karena ikan mempunyai rasa yang khas, gurih, dan manis, warna dagingnya kebanyakan putih, jaringan pengikatnya halus, sehingga jika dimakan terasa enak dan lembut.

Secara kimiawi rasa yang enak dari daging ikan dapat disebabkan oleh senyawa-senyawa pemberi aroma dan rasa. Senyawa-senyawa tersebut antara lain: senyawa turunan aldehida dan keton, serta metil dan dimetil hidroksifuranon. Spesifitas yang khas dari bentuk dan rasa ikan maupun hasil perikanan lainnya menyebabkan produk-produk perikanan ini banyak disukai sebagai makanan.

Hasil perikanan umumnya dikonsumsi dalam bentuk basah, dibanding yang sudah mengalami perlakuan pengolahan. Sifat fisik dan kimiawi serta rasa dari produk olahan, sudah banyak berubah. Oleh karena itu dalam penanganannya kesegaran hasil perikanan perlu dipertahankan. Ikan segar memiliki ciri-ciri, antara lain: penampakan kulit mengkilap, mata cemerlang, dan sisik melengket pada tubuh. Kondisi ikan segar diperlihatkan pada Gambar 1.4.



Gambar 1.4. Ikan segar

Bagian yang dapat digunakan dari ikan, hanya sekitar 70%. Bagian kepala, isi perut, sirip, dan ekor, biasanya tidak dikonsumsi, tetapi dimanfaatkan untuk keperluan lain, misalnya sebagai makanan ternak atau hewan lain. Ciri khas

daging ikan ialah memiliki serat seperti daging hewan mamalia darat, namun lebih halus dan pendek. Selain itu, jaringan ikat pada ikan jumlahnya lebih sedikit, sehingga terasa lebih lunak dibanding daging hewan darat lainnya. Pada umumnya warna daging ikan kebanyakan putih yang disebabkan karena kandungan mioglobin lebih sedikit. Akan tetapi, beberapa jenis ikan memiliki daging merah, misalnya pada ikan tongkol, kembung, tuna, dan hiu.

Secara umum, komposisi rata-rata daging beberapa jenis ikan disajikan pada Tabel 1.1. Pada Tabel 1.2 disajikan komposisi kimia rata-rata daging udang, kepiting, kerang, dan teripang. Kandungan masing-masing zat gizi pangan ikani akan dibahas pada bab-bab selanjutnya.

Tabel 1.1. Komposisi rata-rata daging beberapa jenis ikan

Komposisi	Satuan	Jenis ikan				
		Tawas	Mas	Kakap	Lemuru	Bandeng
Air	%	66	80	77	76	74
Protein	%	19	16	20	20	20
Lemak	%	13	2	0,7	3	4,8
Kalsium	mg/100 g	48	20	20	20	20
Besi	mg/100 g	0,4	2	1	1	2
Fosfor	mg/100 g	150	150	200	100	150
Vitamin A	SI	150	150	30	100	150
Vitamin B	mg/100 g	0,1	0,05	0,05	0,05	0,05

Sumber : Muchtadi, dkk., 2010

Tabel 1.2. Komposisi rata-rata daging udang, kepiting, kerang, dan teripang

Komposisi	Satuan	Udang	Kepiting	Kerang	Teripang
Air	%	75	58,1	85	84-96
Protein	%	21	13,8	8	1,4-7,8
Lemak	%	0,2	3,8	1,1	0,1-0,8
Karbohidrat	%	0,1	14,1	3,6	
Kalsium	mg/100 g	136	210	13,3	

Besi	mg/100 g	8	1,1	3,1	
Fosfor	mg/100 g	170	250	170	
Vitamin A	SI	60	200	300	
Vitamin B ₁	mg/100 g	0,01	0,05	0,01	

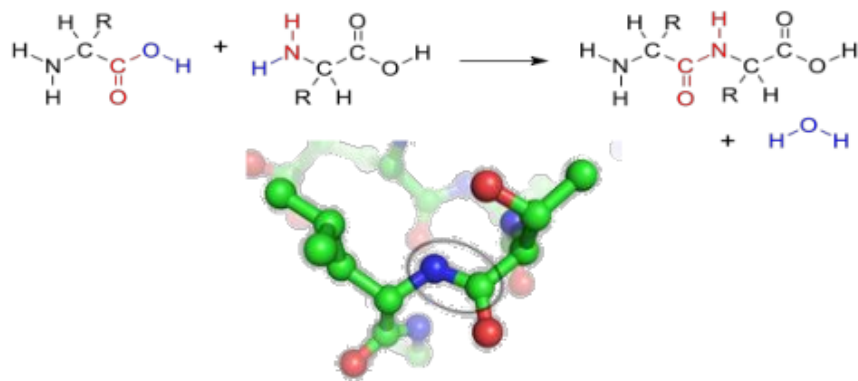
Sumber : Muchtadi, dkk., 2010

Hubungan antara makanan dan kesehatan mulai disadari manusia. Hasil penelitian menunjukkan bahwa mengkonsumsi ikan secara rutin sangat bermanfaat bagi kesehatan juga dapat menurunkan resiko penyakit, seperti jantung koroner, diabetes, artritis, dan kanker (Larsen, *et al.*, 2011, Patel *et al.*, 2010). Mengkonsumsi ikan minimal 2 kali seminggu, khususnya ikan yang mengandung EPA (*eicosapentaenoic*) dan DHA (*docosahexaenoic*) yang tinggi, mampu menurunkan resiko penyakit jantung hingga 36% (de Liris *et al.*, 2009 dalam Susanto dan Fahmi, 2012). Selain itu, berdasarkan data *European Prospective Investigation of Cancer* (EPIC), ditemukan bahwa orang-orang Inggris yang mengkonsumsi *oily fish* (ikan berlemak) yang berdaging putih memperlihatkan penurunan resiko terkena diabetes (Patel *et al.*, 2010).

BAB 2. Protein Pangan Ikani

2.1 Karakteristik protein

Protein merupakan zat gizi penting bagi tubuh manusia, yaitu sebagai pengatur metabolisme dan bahan utama pembentuk jaringan atau sebagai zat pembangun tubuh. Molekul protein tersusun atas asam-asam amino yang saling terhubung dengan ikatan peptida (-CONH-) (Winarno, 1988). Struktur ikatan peptida disajikan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1. Struktur ikatan peptida

Satu molekul protein dapat terdiri dari 12 sampai 18 macam asam amino, bahkan dapat mencapai ratusan jumlah asam amino (Susanto dan Widyaningsih, 2004). Unsur-unsur zat penyusun suatu protein, yaitu: karbon (C), hidrogen (H), oksigen (O), nitrogen (N), sulfur (S), dan fosfat (P).

Berdasarkan jenisnya, asam amino terdiri dari sekitar 22 jenis asam amino utama. Sepuluh di antaranya merupakan asam amino esensial bagi bayi dan anak-anak (asam-asam amino yang tidak dapat disintesis dalam tubuh, dan harus tersedia dalam asupan makanan). Asam amino esensial, yaitu : fenilalanin, triptofan, tirosin, metionin, valin, leusin, isoleusin, lisin, arginin, dan histidin. Asam amino histidin dan arginin esensial bagi orang dewasa. Suatu protein dinyatakan bernilai gizi tinggi bila

mengandung asam-asam amino esensial lengkap dengan komposisi sesuai kebutuhan tubuh.

Molekul protein tersusun lebih kompleks dibanding molekul lemak dan karbohidrat. Hal ini ditunjukkan oleh keanekaragaman senyawa penyusun, yaitu unit-unit asam amino dan berat molekulnya. Bentuk fisik dan aktivitas biologis dari makromolekul mudah mengalami perubahan. Faktor yang sangat berperan dalam perubahan sifat tersebut di antaranya: panas, asam, basa, pH, pelarut organik, garam, logam berat, maupun sinar radiasi radioaktif.

Makromolekul protein umumnya dapat larut dalam air, namun tidak atau sukar larut dalam pelarut lemak, misalnya etil eter. Bila protein ditambahkan garam, maka daya larutnya akan berkurang. Sebagai akibatnya, protein akan terpisah dalam bentuk endapan. Bila dipanaskan atau diberi alkohol, protein mengalami denaturasi atau terjadi penggumpalan.

2.2 Kandungan protein pangan ikani

Protein merupakan makromolekul penyusun separuh lebih bagian sel. Molekul protein menentukan ukuran dan struktur sel, sebagai enzim yang berfungsi biokatalisator pada berbagai reaksi metabolisme dalam tubuh. Protein tersusun atas bermacam-macam asam amino. Selain menyediakan asam amino esensial, protein juga mensuplai energi dalam keadaan energi terbatas dari karbohidrat dan lemak. Protein atau asam amino esensial berfungsi terutama sebagai katalisator, pembawa, penggerak, pengatur, ekspresi genetik, *neurotransmitter*, penguat struktur, penguat imunitas dan untuk pertumbuhan (WHO, 2007).

Berdasarkan asalnya protein dibagi dalam protein hewani dan protein nabati. Pangan sumber protein hewani meliputi: daging, telur, susu, ikan, pangan hasil laut lainnya, dan hasil olahan lainnya. Pangan sumber protein nabati meliputi: kedele, kacang-kacangan dan hasil olahannya misalnya tempe, tahu, dan

susu kedele. Secara umum mutu protein hewani lebih baik dibanding protein nabati.

Struktur tubuh ikan tersusun atas tiga komponen pembentuk, yaitu: tulang² daging, dan otot. Bagian daging pada tubuh ikan merupakan jaringan-jaringan pengikat pada bagian punggung, perut, dan pangkal sirip ekor dari pangkal sirip belakang. Selain itu, bagian daging dapat pula ditemukan pada bagian pangkal sirip dada, sirip depan, dan kepala. Struktur daging dan otot ikan memiliki kemiripan secara mikroskopik dengan yang ada pada hewan mamalia darat. Jaringan ikat terbanyak ditemukan pada bagian punggung dan perut. Bagian ini terlihat seperti garis zigzag yang merupakan segmen miomer atau miotoma, yang sangat jelas terlihat pada permukaan badan ikan.

Komponen kedua terbesar pada daging ikan setelah air ialah protein, nilainya secara umum berkisar 18 - 20% (Muchtadi, *dkk.*, 2010). Kebutuhan protein bagi orang dewasa sekitar 1 gram untuk setiap kilogram berat badan setiap hari. Untuk anak-anak yang sedang tumbuh, membutuhkan lebih banyak protein, yaitu sekitar 3 gram dalam setiap 1 kilogram berat badannya.

Kandungan protein ikan lebih tinggi dari protein sereal pada kacang-kacangan. Kandungan protein daging mamalia darat hampir sama dengan protein daging ikan, namun sedikit di bawah kandungan protein telur. Balita yang memiliki sistem pencernaan belum sempurna orang dewasa sangat baik mengkonsumsi ikan, karena protein ikan sangat mudah dicerna. Selain itu, asam-asam amino yang terkandung dalam protein ikan mendekati asam amino di dalam tubuh manusia. Bila dibandingkan dengan bahan makanan lain, komposisi asam amino protein ikan juga lebih lengkap, misalnya taurin yang terbukti sangat berperan besar dalam perkembangan dan pertumbuhan sel-sel otak balita.

Hasil perikanan termasuk ikan, memiliki komposisi gizi bervariasi secara kimia. Tiap bagian tubuh dalam satu individu, antar individu dalam satu jenis, terlebih lagi antara jenis satu dengan lainnya. Menurut Bongstrom (1961), secara umum rata-rata komposisi nutrisi berbagai hasil laut di antaranya berturut-turut (air, protein, lemak, dan abu):

- a. Ikan berlemak tinggi : 68,6%, 20,0%, 20,0%, 2,4%.
- b. Ikan berlemak rendah: 77,2%, 19,0%, 2,5%, 1,3%.
- c. Ikan kurus : 81,8%, 16,4%, 0,5%, 1,3%
- d. Jenis krustasea : 76,0%, 17,8%, 2,1%, 2,1%
- e. Jenis moluska : 81,0%, 13,0%, 1,5%, 1,6%.

Komposisi nutrisi pada bagian tubuh (daging putih, daging merah, punggung) hasil perikanan, di antaranya:

- a. *Ikan cakalang*, daging putih: protein 21,9% (bb), lemak 15,4%; daging merah: protein 18,2%, lemak 22,4%.
- b. *Ikan ekor kuning*, daging punggung: protein 23,5%, lemak 2,8%; bagian perut: protein 21,3%, lemak 5,8%; bagian lateral: protein 2,2%, lemak 8,5%.

Bagian yang dapat dimakan dari hasil perikanan, perlu dilakukan penanganan dan pengolahan yang tepat. Tahap-tahap penting yang dilakukan yaitu pencucian produk dengan air bersih dan mengalir, lalu ditiriskan. Selanjutnya proses pengolahan dikerjakan sesuai kebutuhan konsumen. Berbagai cara pengolahan produk hasil perikanan dalam bentuk basah, semi basah, atau bentuk kering dilakukan menurut permintaan pasar.

Tabel 2.1 memperlihatkan kandungan kalori dan protein beberapa jenis ikan yang umum dikonsumsi masyarakat Indonesia. Kandungan nutrisi masing-masing individu dari jenis hasil perikanan juga bervariasi oleh adanya pengaruh perbedaan umur, jenis kelamin, ukuran, musim, dan suhu perairan tempat ikan hidup dan ditangkap.

Tabel 2.1. Kandungan kalori dan protein ikan per 100 g

Jenis ikan	Kalori (%)	Protein (%)
Ikan segar:		
Tawes	198	19,0
Bandeng	129	20,0
Bawal	96	17,0
Ekor kuning	109	20,0
Kakap	92	20,0
Kembung	103	22,0
Layang	109	22,0
Lemuru	112	20,0
Mas	86	16,0
Selar	100	18,8
Teri	77	16,0
Mujair	89	18,7
Ikan kering:		
Gabus	292	58,0
Peda Banjar	556	28,0
Pindang Banjar	157	28,0
Pindang layang	153	30,0
Selar asin	194	38,0
Sepat	289	38,0
Teri	170	33,4
Lele goreng	252	19,9

Sumber : Khomsan, 2004.

Mutu protein makanan antara lain ditentukan oleh komposisi dan jumlah asam amino esensial. Pangan hewani mengandung asam amino lebih lengkap dan banyak dibanding pangan nabati. Oleh karena itu pangan hewani mempunyai mutu protein yang lebih baik dibandingkan pangan nabati. Selain mutu protein, juga ditentukan oleh daya cerna protein tersebut, yang dapat berbeda antar jenis pangan. Semakin lengkap komposisi dan jumlah asam amino esensial dan semakin tinggi daya cerna protein suatu jenis pangan atau menu, maka semakin tinggi mutu proteinnya.

BAB 3. Karbohidrat dan Serat Pangan Ikani

3.1 Pengertian karbohidrat dan serat makanan

Karbohidrat adalah golongan senyawa organik yang tersusun dari unsur-unsur karbon (C), hidrogen (H), dan oksigen (O) (Cakrawati dan Mustika, 2011). Unsur H dan O bila bergabung menjadi satu molekul akan membentuk air (H₂O). Berbagai jenis karbohidrat merupakan gabungan beberapa bagian asam amino dan lemak gliserol dalam tubuh. Namun sebagian besar karbohidrat diperoleh dari konsumsi makanan harian, terutama yang bersumber dari tumbuhan. Oleh karena itu, karbohidrat dapat dikatakan sebagai zat gizi yang berfungsi utama sebagai penghasil energi, dengan kandungan energi sebesar 4 kalori per gram. Sumber utama karbohidrat ialah sereal, misalnya beras dan gandum, serta umbi-umbian misalnya kentang dan singkong, juga sumber lainnya di antaranya jagung dan biji-bijian. Di negara-negara berkembang, sehari-hari masyarakat mengkonsumsi karbohidrat sebagai makanan pokok sumber energi dibandingkan lemak yang menghasilkan energi lebih banyak.

Sumber karbohidrat nabati dikenal dalam bentuk pati. Dalam bentuk glikogen, karbohidrat ditemukan dalam otot dan hati, sedangkan dalam bentuk laktosa hanya terdapat pada susu. Pada tumbuhan, karbohidrat terbentuk dari reaksi karbondioksida dan air melalui fotosintesis pada sel tumbuhan yang mengandung klorofil. Matahari adalah sumber segala kehidupan, tanpa matahari tanda-tanda kehidupan tidak akan ditem¹³an.

Karbohidrat adalah biomolekul paling melimpah di alam. Setiap tahun diperkirakan sekitar 100 miliar ton karbondioksida dan air diubah menjadi molekul selulosa dan produk tumbuhan lainnya melalui proses fotosintesis. Kar¹³ohidrat memiliki berbagai macam fungsi. Di beberapa negara, karbohidrat merupakan bahan makanan utama. Oksidasi karbohidrat adalah

jalur utama kedua untuk produksi energi dalam sel non-fotosintetik. Karbohidrat yang tidak larut dalam air berfungsi sebagai jaringan pendukung atau membentuk struktur dinding sel tumbuhan, bakteri, dan jaringan ikat. Polimer karbohidrat berfungsi sebagai pelumas pada persendian tulang dan bertindak sebagai senyawa perekat antar sel. Polimer karbohidrat kompleks yang terikat pada protein atau molekul lemak bertindak sebagai pemancar sinyal yang menentukan lokasi internal atau jalur metabolisme molekul.

Di negara maju, konsumsi karbohidrat hanya 40 sampai 60%. Di negara berkembang, konsumsi karbohidrat mencapai 70-80% dari kebutuhan kalori, bahkan di daerah miskin bisa mendekati 90%. Hal ini dikarenakan sumber pangan yang mengandung karbohidrat lebih murah dibandingkan dengan sumber pangan tinggi lemak atau tinggi protein.

Energi adalah produk metabolisme karbohidrat, protein, dan lemak. Energi merupakan sumber zat tenaga dalam proses metabolisme, pertumbuhan, pengaturan temperatur, dan aktivitas fisik. Energi berlebih disimpan sebagai glikogen yang merupakan cadangan jangka pendek serta lemak sebagai cadangan jangka panjang.

Serat pangan (*dietary fiber*) adalah serat yang tertinggal di usus besar atau kolon setelah proses pencernaan, baik dalam bentuk serat larut air maupun tidak larut air. Serat merupakan komponen yang secara alami terdapat pada tumbuhan. Serat pangan baik untuk Kesehatan, karena tidak menghasilkan energi atau kalori. Hal ini disebabkan karena secara enzimatik serat pangan tidak dicerna menjadi bagian yang dapat diserap saluran pencernaan. Meskipun serat pangan tidak dapat dicerna enzim-enzim pencernaan, bakteri flora bakteri di saluran pencernaan, terutama di usus besar, dapat mengubah zat non-nutrisi ini. Serat pangan adalah polisakarida non-pati. Serat pangan tidak diserap usus halus dan tidak dapat masuk ke aliran

darah. Serat ini akan diangkut dari usus halus ke usus besar melalui gerak peristaltik usus.

3.2 Kandungan karbohidrat dan serat pangan ikani

Karbohidrat dapat diklasifikasikan menurut jumlah molekul penyusunnya, yaitu: karbohidrat sederhana, karbohidrat kompleks, dan polisakarida serat. Karbohidrat sederhana terdiri dari: monosakarida, disakarida, dan oligosakarida. Karbohidrat kompleks atau polisakarida, mengandung hingga 3.000 unit monomer gula sederhana yang tersusun dalam rantai panjang, linier, atau bercabang. Jenis polisakarida utama dalam nutrisi ialah: pati, dekstrin, glikogen, dan polisakarida non-pati.

Karbohidrat pada produk perikanan banyak terdapat pada rumput laut, yang akan dibahas pada bab tersendiri. Pada tubuh ikan, karbohidrat dalam bentuk glikogen dengan jumlah yang sedikit, yaitu 0,05 - 0,35% (Muchtadi, *dkk.*, 2010). Pada daging ikan golongan teleostei sekitar 0,3%, lebih rendah dari daging unggas yang berkisar 1%. Pada kerang-kerangan, kandungan glikogen sekitar 1 – 3 %.

Glikogen disebut juga pati hewan, karena merupakan deposit karbohidrat dalam hati dan otot di tubuh manusia. Glikogen disimpan sebanyak dua per tiga bagian dalam otot, sedangkan sisanya disimpan di hati. Glikogen di otot merupakan sumber energi khusus hanya di otot. Adapun glikogen dalam hati dapat digunakan sebagai sumber energi bagi kebutuhan semua sel tubuh. Glukosa yang melebihi kemampuan untuk menyimpannya dalam bentuk glikogen, diubah menjadi lemak dan disimpan dalam jaringan lemak. Glikogen dalam hati juga merupakan penstabil gula darah. Sifat glikogen tidak larut dalam air dan dengan Iodium akan memberi warna merah.

Keberadaan glikogen pada ikan berperan penting dalam kondisi saat ikan membutuhkan energi, misalnya sewaktu ikan beruaya dalam kaitan mencari makan, berpijah, mencari lingkungan hidup yang cocok, dan pada waktu melawan

kematiannya. Glikogen dalam tubuh ikan bersifat tidak stabil, mudah berubah seiring proses glikolisis menjadi asam laktat. Nilai pH ikan akan turun akibat pemecahan glikogen berlangsung sangat cepat dalam tubuh.

Glikogen dalam ikan tidak stabil, mudah diubah menjadi asam laktat dalam proses glikolisis. Jumlah asam laktat bervariasi antara 0,005 dan 0,43%. Degradasi ini terjadi sangat cepat, sehingga pH ikan menurun karena terjadi peningkatan aktivitas otot. Di dalam tubuh ikan, glikogen disimpan di dalam sarkoplasma antara miofibril sebagai sumber pembentukan energi dalam aktivitas otot.

Metabolisme glikogen diatur dalam organ hati. Selama mengonsumsi makanan, glikogen hati disintesis. Pengaturan metabolisme glikogen di otot, ialah sebagai berikut:

1. Glikogen tidak mempunyai efek terhadap otot,
2. Adenosin mono fosfat (AMP) adalah aktivator alosterik bagi isozim glikogen fosforilase otot, tetapi bukan bagi glikogen fosforilase hati,
3. Efek ion Ca^{2+} pada otot terutama disebabkan oleh pelepasan ion Ca^{2+} dari retikulum sarkoplasma,
4. Glukosa bukan merupakan aktivator fisiologis glikogen sintesis di otot,
5. Glikogen adalah inhibitor umpan-balik yang lebih kuat bagi glikogensintase otot dibandingkan glikogen sintase hati. Fruktosa 1,6- Piruvat dan bifosfat dan fosfoenolpiruvat fruktosa 6-fosfat.

Piruvat dan fosfoenolpiruvat di dalam mitokondria terdapat enzim piruvat karboksilase, yang dengan adanya ATP, vitamin B biotin dan CO_2 akan mengubah piruvat menjadi oksaloasetat. Biotin berfungsi untuk mengikat CO_2 dari bikarbonat pada enzim sebelum penambahan CO_2 pada piruvat. Enzim kedua, fosfoenol piruvat karboksinase, mengkatalisis konversi oksaloasetat menjadi fosfoenolpiruvat. Fosfat energi tinggi dalam bentuk GTP atau ITP diperlukan dalam reaksi ini,

dan CO₂ dibebaskan. Jadi, dengan bantuan dua enzim yang mengkatalisis transformasi endergonik ini dan laktat dehidrogenase, maka laktat dapat diubah menjadi fosfoenolpiruvat sehingga mengatasi penghalang energi antara piruvat dan fosfoenolpiruvat.

Konversi glukosa 6-fosfat menjadi glukosa dikatalisis oleh enzim fosfatase yang spesifik lainnya, yaitu glukosa 6-fosfatase. Enzim ini terdapat di hati dan ginjal tetapi tidak ditemukan di jaringan adipose serta otot. Keberadaanya memungkinkan jaringan untuk menambah glukosa ke dalam darah.

Pemecahan glikogen menjadi glukosa 1-fosfat dilakukan oleh enzim fosforilase. Sintesis glikogen melibatkan lintasan yang sama sekali berbeda melalui pembentukan uridin disfosfat glukosa dan aktivitas enzim glikogen sintase. Enzim yang penting ini memungkinkan pembalikan glikolisis memainkan peran utama di dalam glukoneogenesis.

Total serat pangan terdiri dari serat pangan fungsional dan serat pangan. Serat pangan fungsional adalah: karbohidrat yang tidak dapat dicerna dan mempunyai efek manfaat fisiologis bagi manusia. Serat pangan merupakan komponen polisakarida yang bukan *starch (non-starch polysaccharides)* pembentuk struktur tanaman seperti selulosa, hemiselulosa, pektin, gum, lignin, dan lain-lain. Serat tidak dapat dicerna oleh enzim pencernaan manusia.

Serat pangan (*dietary fiber*) secara fisik terdiri dari serat pangan yang larut air dan serat pangan yang tidak larut air. Kedua serat pangan ini, memperlama masa transit makanan dalam organ pencernaan (memperlama rasa kenyang), dan sebagian difermentasi oleh mikroba usus menjadi asam lemak rantai pendek. Fungsi serat makanan dalam pencegahan dan pengobatan penyakit ialah sebagai berikut:

1. Penyakit jantung koroner (*coronary heart disease, CHD*):

Bukti ilmiah menunjukkan bahwa serat makanan mampu mencegah terjadinya penyakit jantung koroner. Serat

- makanan yang terdapat pada sayur-sayuran, buah-buahan dan sereal mampu menurunkan resiko fatal penyakit jantung koroner sebanyak 55%. Dari semua jenis serat yang disebutkan, serat yang berasal dari sereal yang paling kuat melindungi tubuh melawan penyakit ini.
2. Diabetes (meningkatnya kadar glukosa dalam darah):
Serat yang dapat larut akan mempertahankan kandungan insulin serum yang rendah dengan cara menunda penyerapan glukosa.
 3. Hiperlipidemia (meningkatnya kadar lipid darah dalam tubuh). Mekanisme kerja serat dalam mencegah hiperlipidemia sebagai berikut :
 - a. serat makanan yang dikonsumsi menurunkan daya cerna lemak atau sterol dalam saluran pencernaan, sehingga lemak yang tidak tercerna ini kemudian dikeluarkan melalui feses;
 - b. serat makanan meningkatkan produksi dan penyerapan asam lemak rantai pendek, khususnya propionate (akibat fermentasi serat oleh mikro flora usus besar). Propionat berperan penting dalam menurunkan kadar kolesterol serum dan menghambat sintesis kolesterol;
 - c. serat makanan yang kental (*viscous*) dan makanan yang tinggi serat akan memperlambat penyerapan glukosa, sehingga level insulin darah yang rendah akan tepat terjaga. Peningkatan kadar insulin berkaitan dengan penyakit jantung koroner;
 - d. serat makanan akan memperlambat penyerapan nutrisi, dan dalam jangka waktu yang lama dapat merubah morfologi usus dan penyerapan lemak. Peningkatan jumlah dan tempat penyerapan lemak dapat merubah pola sekresi lipoprotein.
 4. Aterosklerosis (pengerasan pada arteri akibat penumpukan secara perlahan-lahan substansi lemak termasuk kolesterol pada dinding arteri). Pencegahan aterosklerosis melalui

penurunan kolesterol tinggi dan trigliserida, pada akhirnya dapat mencegah terjadinya penyakit jantung dan stroke;

5. Menurunkan kadar kolesterol darah.

Polisakarida yang bersifat kental secara signifikan menurunkan total kandungan kolesterol darah sebanyak 10-20% (khususnya LDL), tetapi tidak merubah konsentrasi kolesterol HDL atau *triacylglycerol*. SDF mengikat substansi lemak dan mencegah penyerapannya dalam usus, sehingga secara efektif dapat menurunkan kandungan kolesterol darah.

6. Konstipasi (kesulitan buang air besar akibat feses yang terlalu kering, keras, dan kecil). Serat makanan yang tinggi mampu mencegah dan mengobati konstipasi apabila diiringi dengan peningkatan konsumsi air minum yang cukup setiap hari. Konsumsi banyak air setiap hari akan membantu kerja serat makanan dalam tubuh.

7. Mencegah terjadinya diverticulitis (pembengkakan dari diverticula yang terjadi secara abnormal pada dinding usus besar akibat infeksi bakteri) dan kanker rektum.

Pada saat melewati kolon (usus besar), serat makanan yang tidak dapat larut (IDF) membantu membersihkan dinding interior usus. Aksi pembersihan dinding usus ini dapat mencegah kanker rektum dan diverticulitis. Diverticulitis ini mengakibatkan rasa sakit dan diare.

8. Penyakit gusi dan gigi. Makanan yang kaya akan serat dapat meningkatkan jumlah saliva. Telah diketahui bahwa saliva mengandung zat-zat kimia yang bersifat *buffer* yang dapat menstabilisasi pH di atas 7 di dalam mulut. Bukti ilmiah menunjukkan bahwa mengunyah serat makanan seperti seledri sesudah makan, dapat membantu memperbaiki gigi-gigi yang kekurangan mineral dan juga mengeluarkan sisa-sisa makanan yang terperangkap dalam gigi, serta menetralkan asam pada gigi. Selain seledri, mengunyah permen karet (gum) yang rendah gula juga dapat

meningkatkan kesehatan gigi karena dengan mengunyah gum, jumlah saliva akan meningkat sebanyak 130%. Saliva sangat kaya akan agen pelindung oesophagus, termasuk faktor pertumbuhan epidermal, protein, musin, dan prostaglandin E₂. Penelitian menunjukkan bahwa mengunyah permen karet rendah gula (*sugarless gum*) sesudah makan, dapat menetralkan asam pada tenggorokan dan menghilangkan gejala penyakit *gastro-oesophageal reflux* (GORD).

9. *Irritable bowel syndrome* (IBS) adalah gejala-gejala seperti kram dan sakit pada perut, kembung, konstipasi, dan diare akibat kontraksi abnormal pada usus besar yang terjadi akibat kurang mengonsumsi serat dan air minum, serta mengonsumsi lemak secara berlebihan. Pada IBS konstipasi (tidak buang air besar selama 5 - 7 hari), gerakan peristaltik usus berjalan lambat, sehingga kotoran tertinggal terlalu lama dalam usus. Penyerapan air pun terlalu lama sehingga feses mengeras. Penyakit ini dapat diatasi dengan mengonsumsi makanan yang berserat tinggi, disertai dengan konsumsi air minum yang banyak dan mengurangi konsumsi makanan berlemak. Pada IBS diare (nyeri perut, kembung, meningkatnya frekuensi buang air namun fesesnya disertai dengan lendir), motilitas peristaltik usus terjadi sangat cepat, sehingga isi kotoran dari usus besar cepat dikeluarkan. Akibatnya, air dalam kotoran belum sempat diserap, sudah harus dikeluarkan diselingi dengan rasa mulas.

Asupan serat yang berlebihan dapat menimbulkan gas yang berlebihan dan diare, serta dapat mengganggu penyerapan mineral, misalnya : magnesium, zat besi, dan kalsium. Kecukupan asupan serat, berbeda antara orang dewasa dengan anak-anak. WHO menganjurkan asupan serat sebesar 20-30g per hari. *American Academy of Pediatrics* menyarankan kebutuhan

harian *Total Dietary Fiber* (TDF) untuk anak ialah jumlah umur (tahun) ditambah dengan 5 (g).

17

Serat atau polisakarida non-pati dewasa ini banyak mendapat perhatian, karena peranannya dalam mencegah berbagai penyakit. Ada dua golongan serat, yaitu yang tidak dapat larut dan yang dapat larut dalam air. Serat yang tidak larut dalam air ialah: selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Serat yang larut dalam air, ialah: pektin, gum, mukilase, glukon, dan alga.

BAB 4. Lemak Pangan Ikani

4.1 Fungsi lemak pangan

Lemak adalah senyawa organik heteroatom dari unsur-unsur karbon (C), hidrogen (H), dan oksigen (O), serta membentuk gliserol dan ester asam lemak (Cakrawati dan Mustika, 2011). Lemak bersifat larut dalam eter, kloroform¹⁷ dan benzen, serta pelarut non-polar lainnya. Lemak dengan asam lemak rantai pendek, mudah larut dalam air, sebaliknya lemak dengan asam lemak rantai panjang, tidak larut dalam air. Lemak dengan titik lebur tinggi bersifat padat (disebut lemak), sedangkan yang memiliki titik lebur rendah bersifat cair (minyak).

Lemak atau lipida merupakan sumber energi yang berperan penting dalam proses metabolisme tubuh. Di dalam tubuh, lemak bersumber dari asupan makanan serta produk metabolisme hati. Deposit lemak berada di sel-sel lemak dan hati.⁴

Lemak terdiri dari trigliserida, fosfolipid, dan sterol yang masing-masing mempunyai fungsi khusus bagi kesehatan manusia. Sebagian besar (sekitar 99%) lemak tubuh ialah trigliserida. Trigliserida terdiri dari gliserol dan asam-asam lemak. Selain mensuplai energi, lemak terutama trigliserida, berfungsi menyediakan cadangan energi tubuh, isolator, pelindung organ, dan menyediakan asam-asam lemak esensial. Selain itu, lemak berfungsi membantu proses metabolisme zat gizi lainnya, yaitu penyerapan karotenoid serta vitamin A, D, E, dan K.

4.2 Kandungan lemak pangan ikani

Pada umumnya ikan mengandung asam lemak esensial tak jenuh. Asam lemak ini sangat bermanfaat dalam pertahanan tubuh dan penstabil kolesterol tubuh. Jenis ikan laut dalam, misalnya salmon, tuna, dan makerel, banyak mengandung asam

lemak omega-3. Asam *eikosapentaenoat* (EPA), dan asam *dokosaheksaenoat* (DHA) merupakan kelompok asam lemak omega-3 terbesar yang terkandung dalam ikan dan minyak ikan. EPA dan DHA bermanfaat dalam penurunan kolesterol darah dan peningkatan pertumbuhan sel-sel otak anak kecil.

Ikan dan invertebrata laut merupakan bagian penting dari diet manusia, karena berkontribusi pada asupan asam lemak omega-3 pro kesehatan, untuk pencegahan dan pengobatan penyakit jantung koroner. Kandungan protein kasar dari makanan laut umumnya bervariasi antara 11,0% dan 28,4% (umumnya sekitar 19,0%), dan kandungan lipid di jaringan otot berbanding terbalik dengan kadar air. Kontribusi senyawa total nitrogen non-protein dan kandungan protein kasar dari makanan laut tergantung pada spesies bahan baku berkisar dari 10% sampai 40%. Sementara jumlah vitamin yang larut dalam lemak pada makanan berasal dari laut, sering lebih tinggi dibandingkan pada hewan darat. Sebagian besar tergantung pada spesies dan kandungan vitamin yang larut dalam air.

Karakteristik lipid ikan, juga berubah selama proses memasak yang berbeda. Menggoreng umumnya memberikan perubahan yang lebih tinggi dalam komposisi lipid ikan, dibanding metode memasak lainnya. Sebagai contoh, hasil penggorengan memberi kerugian yang lebih tinggi dari DHA dan EPA (dibandingkan dengan metode memasak lainnya).

Lipid adalah penyusun struktur sel-sel tubuh dan sangat dibutuhkan dalam proses fisiologis tubuh. Lipid dapat dibagi menjadi fosfolipid, sterol, dan trigliserida dengan fungsi fisiologis khusus dalam tubuh manusia. Trigliserida tersusun dari gliserol dan asam-asam lemak. Trigliserida merupakan penyuplai energi tubuh, pelindung organ tubuh, serta penyedia asam lemak esensial.

Tabel 4.1 di bawah ini menyajikan kandungan kalori dan lemak beberapa jenis ikan yang umum dikonsumsi masyarakat Indonesia.

Tabel 4.1. Kandungan kalori dan lemak ikan per 100 g

Jenis ikan	Kalori (%)	Lemak (%)
Ikan segar:		
Tawes	198	13,0
Bandeng	129	4,8
Bawal	96	1,7
Ekor kuning	109	4,0
Kakap	92	0,7
Kembung	103	1,0
Layang	109	1,7
Lemuru	112	3,0
Mas	86	2,0
Selar	100	2,2
Teri	77	1,0
Mujair	89	1,0
Ikan kering:		
Gabus	292	4,0
Peda Banjar	556	4,0
Pindang Banjar	157	4,2
Pindang layang	153	2,8
Selar asin	194	3,5
Sepat	289	14,6
Teri	170	3,6
Lele goreng	252	19,6

Sumber : Khomsan, 2004.

Klasifikasi asam lemak berdasarkan kejenuhannya adalah asam lemak jenuh dan asam lemak tak-jenuh (tunggal maupun jamak). Asam lemak yang bersumber dari ikan laut sangat dikenal sebagai bahan pencegahan terhadap berbagai jenis penyakit. Hal ini disebabkan karena adanya kandungan asam lemak omega-3.

Minyak ikan memiliki asam lemak yang beragam, yang didominasi asam lemak omega-3 dengan atom karbon C20 dan C22, serta memiliki 5 dan 6 ikatan rangkap. Asam lemak dominan ini, dikelompokkan ke dalam asam lemak omega-3

(Estiasih, 2009). Asam lemak omega-3 berwujud cair pada suhu ruang tidak stabil, dan mudah teroksidasi.

PUFA (*Polyunsaturated fatty acid*) dan CLA (*Conjugated linoleic acid*) merupakan antioksidan yang umum ditemukan dalam bahan pangan hewani. PUFA banyak terdapat pada ikan salmon, tuna, layur, dan beberapa hewan laut lainnya. PUFA memiliki potensi menurunkan resiko terkena penyakit jantung koroner, juga dapat mempertahankan kesehatan mental, dan menjaga kemampuan penglihatan. CLA dapat menaikkan kemampuan kekebalan tubuh serta mampu menekan pertumbuhan tumor pada lambung.

Tabel 4.2 di bawah ini menyajikan kandungan asam lemak omega-3 pada beberapa jenis ikan, sedangkan Tabel 4.3 menyajikan kandungan asam lemak omega-3 (EPA dan DHA) pada beberapa minyak ikan.

Tabel 4.2. Prosentase jumlah omega-3 pada ikan (g/100g)

≤ 0,5	0,6 – 1,0	≥ 1,0
Cod Atlantik	Makerel Atlantik	Ikan teri
Atlantik pollock	Channel catfish	Herring Atlantik
Ikan Manyung	Indian makerel	Salmon Atlantik
Haddock	Kakap merah	Tuna sirip biru
Oil sardine	Silver hake	Makerel Pasifik
Cod Pasifik	Spiny dogfish	Herring Pasifik
Halibut Pasifik	Ikan cucut pedang	Pink salmon
Ikan cakalang	Tuna trout	Rainbow trout
Sole		
Yellow perch		

Sumber : Venugopal dan Shahidi, 1996 dalam Susanto dan Fahmi 2012

7
Tabel 4.3. Asam lemak omega-3 (EPA dan DHA) dalam beberapa minyak ikan

Jenis minyak ikan	Asam lemak omega-3
Minyak ikan sardine	10 - 20% EPA
Minyak ikan tuna	5 - 6% EPA
Minyak ikan hiu	10 - 15% EPA
Minyak ikan belut	8 - 12% EPA
7 Minyak ikan makerel	10 -15% EPA
Minyak ikan telur salmon	15 - 30% EPA
Minyak ikan bonito	8 -12% DHA
Minyak ikan herring	14,6% EPA + DHA
Minyak ikan hiu	20,6% EPA + DHA
Minyak ikan salmon	7 ,4% EPA + DHA
Minyak hati ikan cod	10% EPA + DHA

Sumber : Belda dan Purchet-Campos, 1991 dalam Susanto dan Fahmi 2012.

BAB 5. Vitamin dan Mineral Pangan Ikani

5.1 Vitamin pangan ikani

Kata *Vitamin*, pertama kali diperkenalkan oleh ahli kimia Polandia, Cashimir Funk, dari kata *vitamine* (berasal dari kata *vita* = utama, *mine* = zat amine). Vitamin larut dalam air berupa amina, dan diketahui bermanfaat sebagai pencegah beri-beri. Vitamin juga diartikan sebagai senyawa organik esensial dalam proses metabolisme tubuh dan pertumbuhan yang normal (Cakrawati dan Mustika, 2011). Vitamin adalah mikronutrien karena jumlahnya sedikit dalam pangan, namun berperan penting dalam proses-proses tubuh.

Vitamin adalah senyawa kompleks yang berperan sebagai regulator, juga sebagai koenzim atau bersama-sama enzim dalam proses reaksi dalam tubuh. Pada bahan pangan, vitamin berbentuk provitamin dan bisa diubah sebagai vitamin aktif dalam tubuh. Selain vitamin D, yang dapat dibuat melalui kulit dengan bantuan sinar matahari, vitamin lainnya tidak bisa disintesis dengan cukup oleh tubuh sehingga hanya bisa diperoleh lewat asupan makanan.

Dalam bahan pangan, vitamin dikelompokkan menjadi dua golongan utama, yaitu vitamin yang larut dalam air dan yang larut dalam lemak. Vitamin yang dapat larut dalam air ialah vitamin B dan C, sedangkan yang larut dalam lemak, ialah vitamin A, D, E, dan K.

Vitamin dapat ditemukan dalam organ-organ tubuh ikan bagian dalam, misalnya pada hati juga pada dagingnya. Kandungan vitamin pada ikan di antaranya ialah, vitamin : A, D, E, B₁, B₂, B₆, B₁₂, dan E, serta sedikit kandungan vitamin C.

Jenis dan fungsi beberapa vitamin, sebagai berikut :

Vitamin A: dapat ditemukan dalam minyak hati ikan. Vitamin A berfungsi dalam penglihatan (mencegah kebutaan), pertumbuhan dan perkembangan tulang, pembentukan email

gigi, serta keutuhan jaringan epitel tubuh. Tabel 5.1 menyajikan kandungan vitamin A beberapa jenis ikan.

Tabel 5.1. Kandungan vitamin A beberapa jenis ikan

Jenis Ikan	Kadar Retinol (IU)
Tawes	150
Bandeng	150
Ekor Kuning	150
Gabus	150
Mas	150
Bawal	150
Hiu	150
Kakap	30
Paus	400.000
Cucut	150.000
Tuna	150.000
Cod	4.000
Sardin	750

Sumber: Scott (1977) dan Harikedua (1985) dalam Suwetja (2011).

Vitamin D: merupakan satu-satunya vitamin yang berperan sebagai prahormon dan berfungsi mempertahankan fosfor serta kalsium dalam darah. Vitamin D dapat ditemukan dalam daging ikan, telur serta minyak hati ikan. Vitamin D sangat diperlukan dalam pertumbuhan dan kekuatan tulang. Kekurangan vitamin D dapat menyebabkan gangguan metabolisme penyerapan fosfor dan kalsium. Kandungan vitamin D pada beberapa jenis ikan, yaitu : pada ikan *cod* penimbunan vitamin pada organ hati, ikan herring tertimbun pada kelenjar tubuh, ikan cucut dan pari sedikit mengandung vitamin D dan ditemukan pada bagian minyak hati ikan. Jenis ikan cakalang dan tuna mata besar, mengandung vitamin D sekitar 150 - 280 IU/100g. Kulit punggung ikan marlin hitam, mengandung banyak vitamin D. Vitamin D₃ ditemukan

dalam hati ikan. Kandungan vitamin D₃ (kolekalsiferol) pada minyak hati beberapa jenis ikan dapat dilihat pada Tabel 5.2.

Tabel 5.2. Kandungan vitamin D₃ minyak hati beberapa jenis ikan

Sumber	Kandungan vitamin D ₃ Retinol (IU per 100 g)
Minyah hati ikan cod	10.000
Minyak hati ikan tuna	400.000
Hati dan seluruh tubuh sardin	8.000
Tepung minyak hati ikan cod	4.000

Sumber: Scott (1977) dalam Suwetja (2011).

Vitamin E (Tokoferol): berperan penting terutama sebagai antioksidan pada asam lemak tak-jenuh dan vitamin A. Vitamin E berfungsi melindungi sel-sel darah merah terhadap hemilisis. Kandungan vitamin ini, terbesar ada pada minyak sayur dan kacang-kacangan. Juga terdapat pada telur, gandum, dan hati ikan. Kandungan vitamin E dalam hati ikan berkisar 0,53 μ g/100g hati ikan.

Vitamin B₁ (thiamin): baik untuk pengkayaan makanan. Kekurangan thiamin menyebabkan gangguan saraf dan penyakit beri-beri. Tabel 5.3 menyajikan kandungan thiamin pada beberapa jenis ikan, dan bagian organ tubuhnya.

Vitamin B₆ (Piridoksin): berperan penting dalam metabolisme lemak dan asam-asam amino dan lemak. Selain itu, vitamin B₆ diperlukan untuk pencegahan anemia dan kerusakan pada syaraf. Vitamin B₆ ditemukan dalam bentuk fosfat piridoksal dan piridoksamin di jaringan tubuh. Fosfat piridoksal merupakan ko-enzim dalam reaksi-reaksi asam-asam amino. Tabel 5.4 menyajikan kandungan piridoksin beberapa jenis ikan.

Tabel 5.3. Kandungan thiamin beberapa jenis ikan

Jenis Ikan	Bagian Organ	Kandungan vitamin B ₁ (ug/g)
Cakalang	Daging terang;Hati Daging gelap	0,8 ; 16,0 5,2
Horse Mackerel	Daging terang; Hati Daging gelap	1,5 ; 8,1 3,3
Chub Mackerel	Daging terang; Hati Daging gelap	0,7 ; 6,0 3,3
Bluefin tuna	Daging terang; Daging gelap	1,1 2,9
Yellowtail	Daging terang; Daging gelap	1,4 ; 13,6 4,8
Lamprey	Hati	0,05 – 4,16
Hammerhead shark	Hati	0,20 – 0,30
Red Salmon	Hati	0,80 – 1,70
Silver Salmon	Hati	1,00 - 1,40
Cod	Hati	0,60 – 1,40
Fladehead sole	Hati	1,2

Sumber: Borgstrom (1961).

Tabel 5.4. Kandungan piridoksin beberapa jenis ikan

Jenis Ikan	Kandungan piridoksin (ug/g)
Sardin Pasifik	9,6
Cakalang	5,5 - 11,5
Mackerel	4,6 - 5,4
Ekor kuning	1,3 - 1,9
Bluefin tuna	3,7 - 5,4

Sumber: Borgstrom (1961).

Vitamin B₁₂: bermanfaat dalam pembentukan sel-sel darah merah, membantu metabolisme lemak, dan melindungi jantung dan kerusakan syaraf. Selain itu, berfungsi menormalkan kerjasama sel sumsum, dan saluran usus laambung. Kekurangan vitamin ini, menyebabkan anemia,

kerusakan jantung, dan getah jantung. Kandungan vitamin B₁₂ dalam daging dan bagian organ tubuh beberapa jenis ikan, disajikan pada Tabel 5.5.

Tabel 5.5. Kandungan vitamin B₁₂ dalam bagian organ tubuh beberapa jenis ikan

Jenis Ikan	Bagian tubuh	Kandungan Vitamin B₁₂ (ug/g)
Sardin Pasifik	Daging	0,75
Horse Mackerel	Daging; Hati	0,30; 0,52
Flat Fish	Daging	0,60
Tuna	Jantung; Hati	0,85; 3,53
Herring	Jantung; Hati	0,90; 0,13

Sumber: *Bongstrom (1961)*.

Distribusi kandungan vitamin pada tubuh ikan tidak merata. Bagian-bagian tubuh ikan yang dapat dimakan mengandung vitamin A, berbagai vitamin B, C, D, dan E. Umumnya banyak terakumulasi pada bagian organ tubuh jantung, hati, dan sedikit pada daging ikan.

5.2 Mineral pangan ikani

Mineral dibutuhkan oleh tubuh untuk membentuk struktur dan melakukan regulasi reaksi-reaksi kimia pada tubuh makhluk hidup. Bagi tubuh, mineral dibutuhkan dalam jumlah kecil dan tidak dapat menghasilkan energi, merupakan senyawa anorganik sebagai salah satu komponen penyusun komoditas pangan.

Menurut Estiasih (2009), berdasarkan fungsinya mineral bagi tubuh dibedakan menjadi mineral esensial dan mineral non-esensial. Mineral esensial ialah mineral yang sangat penting dibutuhkan makhluk hidup. Jumlahnya harus sesuai dengan proses metabolisme organisme tersebut. Kekurangan mineral esensial dapat menyebabkan penyakit. Contoh mineral esensial, antara lain : Na, K, Mg, Ca, Cl, Fe, Mn, Co, dan Cu. Mineral non-esensial ialah mineral yang dibutuhkan pada proses

metabolisme, akan tetapi fungsinya dapat digantikan mineral lainnya. Mineral ini dibutuhkan untuk reaksi biokimia yang mendukung metabolisme.

Mineral merupakan sejumlah unsur-unsur logam yang dibutuhkan tubuh untuk menjaga organ tubuh berfungsi secara normal. Dalam tubuh ikan, unsur logam umumnya dalam bentuk ion, karena bagian dari suatu senyawa. Pada daging ikan terdapat dua golongan mineral, yakni mikro elemen dan makro elemen. Mineral garam tidak terdistribusi merata dalam tubuh ikan. Tulang-tulang ikan diketahui mengandung banyak garam mineral dalam bentuk kalium fosfat. Pada protein golongan sarkoplasma, terdapat banyak garam kalium, kalsium, magnesium, dan klorin. Pada protein kompleks selalu terdapat garam kalium dan kalsium. Mineral-mineral tersebut di atas berfungsi sebagai berikut (Suwetja, 2011) :

1. Kalsium, secara faal berfungsi sangat penting dalam pembekuan darah, perangsang antara kontraksi dan relaksasi otot daging. Kadar kalsium dalam ikan berkisar 9 mg/100g. Namun pada jenis krustasea sekitar 2 - 4 kali lebih tinggi dari ikan.
2. Kalium, berfungsi terutama pada keseimbangan air dan elektrolit, serta pemeliharaan pH cairan tubuh. Keberadaan kalium dalam tubuh, ialah di dalam sel. Kadar kalium pada ikan sekitar 35 mg/100g.
3. Natrium, berfungsi terutama dalam tubuh untuk memelihara pH cairan tubuh, dan volume cairan tubuh. Mineral ini berada di luar sel. Kadar natrium pada ikan sekitar 52 mg/100g.
4. Zat besi, banyak terdapat pada pigmen darah haemoglobin dan pigmen mioglobin otot jantung. Juga terdapat dalam sitokrom pada beberapa enzim. Zat besi terdapat dalam bentuk senyawa, misalnya kompleks besi protein/porfirin. Zat besi, jauh lebih mudah diserap tubuh dibanding dari sumber lain, misalnya sereal atau kacang-kacangan. Zat

- besi membantu mencegah terjadinya anemia. Kadar zat besi pada daging ikan hanya sedikit, sekitar 0,31 mg/100g.
5. Magnesium, diperlukan untuk kesehatan jantung dan membantu mengatur ritme dan aktifitas elektrik jantung. Berperan penting mengatur fosforilasi oksidatif dalam transpor elektron dari NADH dan FADH, dengan bantuan oksigen menjadi H₂O yang menghasilkan sejumlah besar energi kimia ATP. Selain itu, penting dalam mengatur tekanan darah pada fungsi kardiovaskuler. Juga mengurangi kehilangan kalium dari sel jaringan miokardial, dengan menggiatkan enzim *ATP-ase* yang terlibat dalam pengangkutan kalium ke dalam ruang intra sel. Kadar magnesium dalam daging ikan sekitar 25 mg/100g.
 6. Klorida, berperan mempertahankan keseimbangan air dan cairan elektrolit, serta memelihara pH cairan luar sel. Di dalam eritrosit, Cl⁻ berbaur secara bebas. Klorida menyusun sekitar 65% dari kandungan total anion cairan luar sel manusia. Pada daging ikan, terkandung klorida sekitar 60 - 250 mg/100g.
 7. Tembaga, ditemukan dalam cairan darah manusia, bergabung dengan protein pada eritrosit dan tembaga protein. Terdapat sekitar 60% tembaga dalam sel darah merah. Perkiraan kebutuhan tembaga dalam makanan yakni 1 mg/hari untuk anak-anak, dan 2 mg/hari untuk orang dewasa. Daging ikan mengandung tembaga sekitar 0,3 µg/g. Kerang-kerangan dan krustasea, mempunyai konsentrasi tembaga antara 20 - 400 µg/g yang merupakan sumber tembaga yang baik.
 8. Yodium, berperan mencegah terjadinya penyakit gondok, serta hambatan pertumbuhan dan kecerdasan anak. Kandungan Yodium banyak terdapat pada rumput laut.
 9. Selenium, berperan membantu metabolisme tubuh, dan sebagai antioksidan yang melindungi tubuh dari radikal bebas. Antioksidan dapat mencegah terjadinya penyakit degeneratif, misalnya jantung koroner.

10. Seng, sebagai katalisator membantu kerja enzim dan hormon. Makanan yang kaya akan seng, misalnya kerang-kerangan, dan udang. Kadar seng dalam kerang, sekitar $1.000 \mu\text{g/g}$, dan pada udang serta kepiting sekitar $40 \mu\text{g/g}$.

BAB 6. Kandungan Gizi Rumput Laut

6.1 Potensi rumput laut

Rumput laut sebagai produk perikanan dikelompokkan dalam tanaman perairan laut. Penyebarannya terdapat di hampir seluruh perairan Indonesia sebagai bagian terbesar dari tanaman laut. Tanaman ini dimanfaatkan sebagai bahan pangan, farmasi, bahan baku industri, dan kosmetika karena kaya akan senyawa bioaktif, di antaranya antioksidan dan serat pangan. Rumput laut adalah nama yang dikenal dalam dunia perdagangan, sedangkan di bidang ilmiah dikenal dengan nama alga laut.

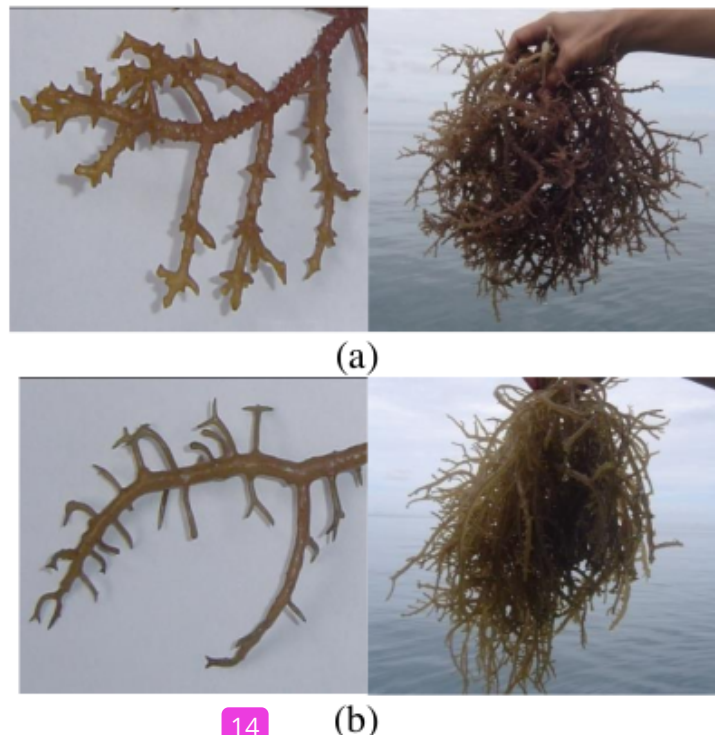
Indonesia adalah negara maritim yang mempunyai keanekaragaman biota laut tinggi. Penyebarannya sangat luas, meliputi perairan Sulawesi (Selatan, Tengah, Tenggara, dan Utara), perairan Maluku, Pulau Lombok, Pulau Sumbawa, dan Pulau Sumba (Anggadiredja *dkk*, 2006).

Pengembangan budidaya rumput laut merupakan salah satu program pengembangan perekonomian yang sedang digalakkan pemerintah. Rumput laut ini merupakan sumber devisa negara, di mana bagi masyarakat pesisir merupakan sumber pendapatan ekonomi. Komoditi dimaksud sangat populer dalam perdagangan dunia karena pemanfaatan dalam kehidupan sehari-hari yang sangat luas. Sejauh ini produksi rumput laut Indonesia merupakan penyumbang utama produksi perikanan budidaya.

Di Indonesia, produksi rumput laut terus meningkat setiap tahun. Tahun 2009 produksinya berjumlah 2,574 juta ton, kemudian meningkat menjadi 3,082 juta ton tahun 2010, dan pada tahun 2011 mencapai 3,504 juta ton. Menilik manfaat antioksidan dalam berbagai bidang serta makin meningkatnya permintaan luar negeri, maka perlu peningkatan produksi rumput laut sehingga persediaan antioksidan dapat ditingkatkan.

Rumput laut yang termasuk jenis makroalga merupakan sumberdaya hayati laut yang sangat potensial. Ada sekitar

18.000 jenis rumput laut yang tersebar di seluruh dunia. Di antaranya, ada sebanyak 25 jenis yang bernilai ekonomis tinggi. Golongan rumput laut yang dapat dimakan meliputi golongan ganggang biru (*Cyanophyceae*), ganggang merah (*Rhodophyceae*), ganggang hijau (*Chlorophyceae*), dan ganggang coklat (*Phaeophyceae*). Contoh rumput laut golongan ganggang merah dapat dilihat pada Gambar 6.1.



Gambar 6.1. Rumput Laut *Eucheuma cottonii* (a) dan *E. spinosum* (b)

Seperti layaknya tumbuhan darat, rumput laut memiliki pigmen warna misalnya karoten, klorofil, dan lainnya. Warna inilah yang menggolongkan jenis alga laut tersebut. Rumput laut adalah tanaman tingkat rendah yang dikenal dengan nama tumbuhan thalus oleh karena susunan kerangkanya seperti akar, batang, dan daun yang sejati tidak terlihat perbedaannya.

Masyarakat umumnya mengonsumsi rumput laut sebagai sayur untuk dimakan. Seiring pertambahan waktu, pengetahuan akan manfaat dan kegunaan rumput laut makin berkembang. Kandungan utama rumput laut segar ialah air, protein, dan lemak. Kadar lemak rumput laut memang rendah, namun terdiri dari asam lemak yang bermanfaat bagi kesehatan. Rumput laut mengandung asam lemak omega-3 dan omega-6 yang cukup banyak. Kedua asam lemak ini sangat penting bagi tubuh, terutama dalam pembentukan membran dan jaringan otak, jaringan syaraf, retina, plasma darah, dan organ reproduksi.

Dalam 100 gram rumput laut kering mengandung asam lemak omega-3 berkisar 128 - 1.629 μg , dan asam lemak omega-6 berkisar 188 - 1.704 μg . Kandungan kimia nutrisi alga laut, yaitu: air 28,8%, protein 5,4%, karbohidrat 33,3%, lemak 8,6%, serat kasar 3,0%, dan abu 22,5%. Selain itu, alga laut mengandung asam amino, asam nukleat, enzim, dan vitamin A, B, C, D, E, dan K, serta makro nutrisi misalnya Na, Fe, I, dan Mg (Matanjan *et al*, 2009).

Jenis alga laut telah lama dimanfaatkan sebagai bahan pangan maupun obat-obatan oleh negara Jepang, Cina, negara-negara Eropa, dan Amerika. Pemanfaatan dalam bentuk *raw material* umumnya sebagai sayuran, maupun dalam bentuk hasil olahan. Secara umum alga laut yang dapat dimakan telah diketahui kandungan nutrisinya, sehingga banyak orang beralih ke jenis makanan khas Jepang, karena menu makanannya cukup banyak menggunakan alga laut ke dalam olahannya. Di antaranya sebagai nori, kombu, puding, atau dalam bentuk sop, saus, maupun dalam bentuk mentah sebagai sayuran. Sayuran tersebut mengandung berbagai vitamin, antara lain vitamin A, vitamin B-kompleks, asam folat, vitamin C, vitamin E, dan vitamin K.

Sebagian besar alga laut di Indonesia, sampai saat ini diekspor dalam bentuk kering dan hanya sebagian kecil yang diolah menjadi tepung agar. Namun, pengolahannya masih pada

taraf semi tradisional yaitu berbentuk lembaran, batang atau bubuk. Selain jenis alga laut penghasil agar, terdapat juga alga laut yang cukup potensial dan banyak terdapat di perairan Indonesia yaitu *Eucheuma sp.* Alga *Eucheuma cottonii* dan *E. spinosum* sebagai salah satu bahan pangan, karena memiliki kandungan nutrisi yang layak dikonsumsi.

Kandungan nutrisi alga *Eucheuma spinosum* dilaporkan sebagai berikut : kadar air 12,90%, karbohidrat 5,12%, protein 0,13%, lemak 13,38%, serat kasar 1,39%, abu 14,21%. Mineral (ppm) Ca 52,820; Fe 0,010; Cu 0,768. Vitamin (mg/100g) : Thiamin B1 0,2; riboflavin 2,26; C 43,00; karagenan 65,75% (Mubarak, 1982).

6.2 Manfaat antioksidan rumput laut

Rumput laut yang tumbuh di perairan tropis banyak mendapat paparan kuat dari radiasi ultraviolet. Kondisi tersebut menyebabkan tingginya jumlah senyawa reaktif radikal. Untuk mengurangi atau melindunginya, rumput laut mengubah metabolismenya dan menstimulasi pembentukan beberapa senyawa aktif. Rumput laut tropis diduga mempunyai kandungan senyawa bioaktif di antaranya antioksidan dalam jumlah cukup besar.

Penggolongan antioksidan berdasarkan sumbernya, adalah antioksidan alami dan antioksidan sintesis. Antioksidan alami dapat ditemukan dalam bahan-bahan alami, sedangkan antioksidan sintesis terlebih dahulu diproduksi dalam laboratorium. Penggunaan antioksidan sintesis telah banyak, namun apabila digunakan dalam kuantitas berlebih dapat menimbulkan efek samping yang berbahaya bagi kesehatan.

Rumput laut *Eucheuma spinosum* dikenal dengan nama lain *Eucheuma denticulatum* dan *E. cottonii* atau *Kappaphycus alvarezii*. Kedua spesies ini tergolong rumput laut merah yang digunakan sebagai bahan pangan sumber karagenan dan antioksidan. Rumput laut ini kaya akan senyawa bioaktif, di

antaranya antioksidan, sehingga banyak dibudidaya untuk memenuhi permintaan pasar. Senyawa antioksidan sebagai komponen metabolit sekunder, memiliki aktivitas berbeda-beda tergantung dari musim dan lokasi perairan.

Alga merah *E. spinosum* dari perairan Sulawesi Utara diidentifikasi sebagai sumber antioksidan alami potensial yang aktif untuk mengikat radikal DPPH (*1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl*) dan SOD (*superoxide dismutase*), dapat digunakan sebagai antioksidan alternatif sebagai bahan pangan fungsional untuk pencegahan dan pengobatan penyakit. Hasil isolasi senyawa murni antioksidan diduga memiliki struktur [3-(3-methoxyphenyl) propanal] (Damongilala, *et al*, 2021). Alga ini dapat hidup pada kedalaman yang lebih besar daripada alga coklat dan hijau, karena mereka menyerap cahaya biru (Dayuti, 2018). *E. spinosum* sebagai sumber terpenting dari banyak metabolit aktif biologis, dibandingkan dengan alga lainnya (Ali dan Gamal, 2010). *E. spinosum* mengandung senyawa bioaktif, misalnya flavonoid, alkaloid, saponin, tannin dan turunannya yang memiliki sifat antibakteri (O'Sullivan *et al*, 2011), dan antioksidan (Safitri *et al*, 2018). Antioksidan adalah senyawa yang dapat mentransmisi satu elektron ke radikal bebas menjadi stabil (Damongilala *et al*, 2013). Beberapa penelitian melaporkan bahwa alga laut *Eucheuma cottonii* dan *Eucheuma spinosum* menghasilkan aktivitas antioksidan yang tinggi. Hasil-hasil penelitian isolasi antioksidan *Eucheuma spinosum* mengungkapkan bahwa senyawa antioksidan pada rumput laut ini sangat potensial sebagai bahan pangan fungsional. Hal ini terungkap dari hasil penelitian melalui pengujian aktivitas antioksidan DPPH didapatkan bahwa pada rumput laut ini mengandung senyawa antioksidan karotenoid yang tinggi, baik dalam bentuk segar maupun kering (Damongilala, *dkk.*, 2016; Damongilala, *dkk.*, 2017).

Antioksidan biasanya ditambahkan ke bahan pangan untuk memperlambat penurunan oksidatif, dan mencegah penyakit

kronis dalam tubuh (Alencar *et al*, 2016). *Scavenger free radical* (antioksidan) memiliki peran penting dalam melindungi sel terhadap stres oksidatif dan menjaga keseimbangan jenis oksigen toksik (Wresdiati *et al*, 2008). Jenis aktif ini termasuk anion superoksida ($O_2^{\bullet-}$), radikal hidroksil (OH^{\bullet}), hydrogen peroksid (H_2O_2), anion hipoklorida (ClO^-), dan oksigen singlet (1O_2) (Rossa *et al*, 2002).

Alga laut dapat bermanfaat sebagai antioksidan (Yan *et al*, 1999), anti bakteri (Basir *et al*, 2017), dan anti diabetes (Kim *et al*, 2008). Sanger *dkk* (2018) melaporkan bahwa alga laut *Gracilaria salicornia*, *Turbinaria decurens*, dan *Halimeda marcoloba* dari perairan Sulawesi Utara, mengandung pigmen klorofil C1+C2 dan senyawa fenol, dapat berfungsi sebagai pangan fungsional sumber pigmen dan antioksidan. Kandungan total fenol tertinggi diperoleh pada *Gracilaria Salicornia*, mencapai $72,224 \pm 6,01 \mu gGAE/g$.

Pareira *et al*. (2012), melaporkan bahwa alga coklat *Sargassum sp* mengandung asam askorbat dan senyawa aktif *S. fillipendula* sebagai karotenoid dan asam benzeno dikarboksilat. Senyawa fenol memiliki aktivitas biologis karena mampu mengkelat logam yang dapat menghambat kanker dan sebagai anti peradangan, salah satunya ialah flavonoid (Wang *et al*, 2008).

. Antioksidan alami produk bahan pangan fungsional dari laut, dilaporkan dapat menjadi alternatif untuk mencegah atau mengobati penyakit metabolik, misalnya diabetes, Alzheimer, dan *stroke* (Bashar *et al*, 2019).

Antioksidan termasuk senyawa bioaktif yang sangat bermanfaat bagi kesehatan dan berperan penting dalam mempertahankan mutu produk pangan. Antioksidan merupakan senyawa yang dapat menunda, memperlambat, dan mencegah proses oksidasi, serta sebagai substansi yang dapat menetralkan atau menghancurkan radikal bebas yang terbentuk.

Kandungan antioksidan dalam bahan pangan sangat dibutuhkan tubuh, karena dapat menghambat terbentuknya

18 Radikal bebas yang menjadi sumber berbagai penyakit. Antioksidan adalah senyawa yang menetralkan radikal bebas yang menjadi racun (toksik) bagi tubuh. Radikal bebas adalah senyawa oksigen yang dibutuhkan tubuh untuk menghancurkan kuman penyakit oleh sel darah putih. Bila radikal bebas yang dihasilkan tubuh berlebihan (akibat berolahraga ekstra keras, peradangan, infeksi, keracunan, kedinginan, kehilangan pasokan oksigen) dapat merusak sistem enzim, membran sel, dan DNA.

Antioksidan bekerja menetralkan radikal bebas dengan cara menjadi radikal yang lebih lemah dibandingkan dengan yang dinetralkannya. Untuk dapat berfungsi sebagai antioksidan, maka antioksidan radikal harus diregenerasi. Antioksidan *glutation* dan *tioeredoksin* selain berfungsi sebagai antioksidan utama dalam fase air tubuh, juga berfungsi untuk meregenerasi antioksidan lain. Jenis dan Batas maksimum penggunaan BTP (Bahan Tambahan Pangan) antioksidan tertuang dalam Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan RI No 11/38 Tahun 2013, tentang batas maksimum penggunaan BTP antioksidan.

Antioksidan dibedakan menjadi dua macam, yaitu antioksidan dalam sistem pangan dan antioksidan dalam sistem biologis. Meskipun secara prinsip keduanya sama, yaitu suatu senyawa yang dapat mencegah proses oksidasi, tetapi terkait dengan pangan fungsional, antioksidan yang dimaksud adalah antioksidan dalam sistem biologis. Secara umum antioksidan dalam sistem biologis didefinisikan sebagai suatu senyawa yang dapat melindungi sel tubuh dari kerusakan sebagai akibat proses oksidasi.

15 Pada prinsipnya di dalam tubuh kita terjadi oksidasi, yang pada tingkat tertentu mengakibatkan gangguan kesehatan. Adanya antioksidan dalam makanan yang dikonsumsi, dapat membantu mengatasi kemungkinan oksidasi tersebut.

Senyawa antioksidan dapat diperoleh melalui sintesis atau secara alamiah, yaitu pada berbagai bahan pangan kaya

antioksidan. Pangan fungsional yang di dalamnya terkandung antioksidan yang cukup, dapat membantu meningkatkan pertahanan tubuh. Jenis antioksidan alami terdapat pada berbagai bahan pangan, antara lain kelompok karotenoid, flavonoid, dan fenolik.

Antioksidan kelompok karotenoid telah diklaim memiliki efek menyehatkan antara lain :

1. dapat menetralkan radikal bebas yaitu suatu senyawa yang dapat merusak sel dan mengakibatkan timbulnya penyakit kanker, 2. meningkatkan pertahanan oksidasi, 3. membantu menyehatkan mata, dan 4. membantu meningkatkan kesehatan prostat, serta membantu mencegah timbulnya penyakit jantung

Antioksidan adalah senyawa bioaktif yang sangat diperlukan sebagai bahan baku dalam berbagai sediaan makanan, sediaan farmasi, dan kosmetika. Antioksidan termasuk kelompok yang bi¹⁸nya diartikan sebagai vitamin C, E, dan karotenoid-xantofil, flavonoid misalnya likopen pigmen warna merah tomat dalam bentuk nutrisi. Antioksidan yang dibuat tubuh yaitu *glutation*, melatonin, dan koenzim Q10. Dalam bentuk enzim, misalnya *glutation peroksidase*, katalase, dan superoksida dismutase. Antioksidan dari herbal yaitu ginkgo flavonoglikosid (*Ginkgo biloba*), Milk thistle (*Silybum marianum*), antosianin dari blueberry (*Vaccinium myrtillus*), dan picnogenol (*Oligomer proisianidolik*) dari kulit biji anggur.

Antioksidan dikenal sebagai senyawa ajaib yang sangat bermanfaat bagi kesehatan dan berperan penting untuk mempertahankan mutu produk pangan. Cara kerjanya bersifat menunda, memperlambat dan mencegah proses oksidasi. Selain itu, antioksidan merupakan senyawa prinsipasi yang dapat menghambat terjadinya kerusakan oksidatif lipida, namun tidak dapat memperbaiki produk pangan yang sudah teroksidasi. Dalam kadar rendah mampu menghambat oksidasi molekul target, dapat menangkal penuaan dini, dan beragam penyakit degeneratif lainnya.

Kandungan antioksidan dalam bahan pangan sangat dibutuhkan tubuh, karena dapat menghambat terbentuknya radikal bebas yang menjadi sumber berbagai penyakit. Beberapa jenis antioksidan ditemukan pada rumput laut mengandung β dan γ -karoten, vitamin E, dan golongan fenol misalnya : lanosol, lanterol, kandisin, dan tetrabromo fenol. Senyawa-senyawa ini diketahui berpotensi sebagai antioksidan.

Senyawa bioaktif dalam bahan pangan saat ini telah mendapat perhatian besar, karena memberikan efek fisiologis yang menimbulkan adanya sifat fungsional. Senyawa ini dapat berasal dari pangan nabati maupun hewani. Senyawa antioksidan umumnya dapat diisolasi dari tumbuhan darat maupun laut. Isolasi senyawa dapat dilakukan pada sampel dalam kondisi segar atau kering.

Perubahan gaya hidup dan perkembangan ilmu pengetahuan, membawa dampak pada pola makan konsumen. Makanan bukan hanya sebagai sumber zat gizi, tetapi mampu memberikan manfaat kesehatan bagi tubuh. Dibutuhkan produk pangan mengandung komponen aktif yang memiliki fungsi fisiologis-farmakologis yang digunakan dalam pencegahan atau penyembuhan penyakit, dan untuk mencapai kesehatan yang optimal.

Antioksidan sebagai substansi dalam menetralkan tubuh dan mencegah kerusakan yang ditimbulkan oleh radikal bebas terhadap sel normal, protein, dan lemak. Senyawa ini menstabilkan radikal bebas, dengan melengkapi kekurangan elektron dan menghambat terjadinya reaksi berantai dari pembentukan radikal bebas yang dapat menimbulkan stres oksidatif.

Sifat kimia pada antioksidan antara lain sinergisme. Kombinasi beberapa jenis antioksidan, memberikan perlindungan yang lebih baik (sinergisme) terhadap oksidasi dibanding dengan satu jenis antioksidan saja. Sebagai contoh, asam askorbat seringkali dicampur dengan antioksidan yang

merupakan senyawa fenolik untuk mencegah reaksi oksidasi lemak.

Hasil-hasil penelitian antioksidan rumput laut yang dipublikasikan, menunjukkan bahwa senyawa-senyawa antioksidan mempunyai aktivitas biologi lainnya. Antioksidan mempunyai aktivitas sebagai antimikrobia, antifungi, antikanker, anti-inflamatori, anti penuaan, antileishmanial, dan anti-neurodegradasi.

Penelitian kandungan metabolit sekunder pada tumbuhan laut maupun darat sudah banyak dilakukan oleh peneliti dari negara maju maupun berkembang. Terkandung harapan mendapatkan hasil yang dapat membantu memecahkan masalah kesehatan dan penyediaan makanan sehat.

Penelitian alga laut *Eucheuma cottonii* dan *Eucheuma spinosum* selama ini masih diarahkan pada kandungan karagenan dan pigmen sebagai komoditi perikanan, baik untuk ekspor maupun untuk industri. Kedua jenis alga laut ini merupakan komoditas ekspor dan konsumsi dalam negeri yang sudah dibudidayakan di Indonesia, termasuk di perairan Sulawesi Utara (Damongilala, 2013).

Senyawa antioksidan merupakan komponen bioaktif yang memiliki aktivitas berbeda-beda, sehingga perlu diketahui potensi dan aktivitasnya. Jumlah senyawa-senyawa kimia seperti antioksidan yang terdapat pada alga laut kemungkinan dipengaruhi oleh lingkungan dan lokasi tempat tumbuhnya. Hal ini berkaitan dengan besarnya paparan cahaya, arus air yang membawa nutrient, serta kedalaman air sangat berpengaruh terhadap kandungan senyawa kimia penyusunnya.

Antioksidan digunakan untuk melindungi komponen-komponen makanan yang bersifat tidak jenuh (mempunyai ikatan rangkap), terutama lemak dan minyak. Efektif dalam mengurangi ketengikan oksidatif, dan polimerisasi tetapi tidak mempengaruhi hidrolisis. Selain itu, dapat pula digunakan untuk melindungi komponen-komponen lain seperti vitamin dan

6 pigmen, yang juga banyak mengandung ikatan rangkap di dalam strukturnya. Penggunaan antioksidan secara berlebihan menyebabkan lemah otot, mual-mual, pusing, dan kehilangan kesadaran. Sebaliknya, penggunaan dosis rendah secara terus-menerus menyebabkan tumor, kandung kemih, kanker sekitar lambung dan kanker paru-paru.

Bahan pangan yang menjadi sumber antioksidan alami, antara lain: rempah-rempah, buah-buahan, sayuran, dan alga laut. Khumar, *et al* (2008), melaporkan bahwa ekstrak etanol dari rumput laut *Kappaphycus alvarezii* mempunyai aktifitas antioksidan lebih tinggi dari antioksidan sintetis BHT pada sistem asam linoleat, sehingga bahan ekstraksi ini dapat dipertimbangkan sebagai bahan ekstraksi antioksidan pada sistem pangan. Selain jenis pelarut, konsentrasi larutan sampel dan suhu pelarut juga mempengaruhi jumlah antioksidan yang dapat diekstrak dari suatu sampel.

Radikal bebas merupakan hasil samping dari proses oksidasi atau proses metabolisme organisme aerobik. Radikal bebas adalah suatu atom atau gugus atom/molekul yang memiliki satu atau lebih elektron yang tidak berpasangan (*unpaired electron*) pada orbital paling luar. Adanya elektron yang tidak berpasangan, menyebabkan radikal bebas secara kimia tidak stabil dan sangat reaktif. Senyawa ini timbul atau terjadi akibat berbagai proses kimia dalam tubuh atau dalam sistem metabolik yang disebabkan oleh adanya radiasi, polusi, asap rokok dan mobil, sel rusak, pencemaran, olahraga berat, dan lainnya.

20 Peranan radikal bebas dalam sistem pertahanan tubuh ialah melawan virus dan bakteri yang masuk ke dalam tubuh. Namun, bila kebanyakan atau kelebihan radikal bebas yang dihasilkan, dapat mengakibatkan kerusakan karena sifat molekul ini sangat reaktif dan tidak stabil. Molekul ini sangat mudah bereaksi dengan molekul lain dengan cara mengoksidasi. Bila tidak dinonaktifkan, maka cepat bereaksi dengan sel makromolekul

termasuk protein, lemak, karbohidrat, asam nukleat, dan membran sel. Dampak dari reaktivitas radikal bebas, dapat menimbulkan efek negatif terhadap tubuh. Kerusakan-kerusakan tersebut dapat memicu timbulnya penyakit degeneratif seperti kanker, aterosklerosis, diabetes, dan penyakit darah tinggi, serta penuaan dini. Keganasan radikal bebas dapat dihambat melalui 3 cara, yaitu :

- 1) Mencegah atau menghambat pembentukan radikal bebas baru,
- 2) Menginaktivasi atau menangkap radikal bebas dan memotong propagasi (pemutusan rantai oksidasi),
- 3) Memperbaiki (*repair*) kerusakan oleh radikal.

Antioksidan dalam cairan atau fase larutan berlangsung melalui proses pembentukan radikal. Permulaan reaksi memerlukan produksi radikal bebas, baik oleh serangan oksigen langsung, oleh reaksi fitokimia atau oleh reagensia yang ditambahkan. Reaksi tersebut meliputi inisiasi, propagasi, dan terminasi. Pada umumnya antioksidan dapat menghentikan rantai reaksi oksidatif sebagai berikut : dengan donasi elektron pada radikal peroksi; dengan donasi atom hidrogen pada radikal peroksi; dengan adisi pada radikal peroksi sebelum atau sesudah terjadi oksidasi parsial; dan dengan metode lain yang belum diketahui dan memungkinkan berkaitan dengan radikal hidrokarbon bukan radikal peroksi.

Prinsip kerja antioksidan diklasifikasikan, atas: antioksidan primer dan sekunder. Antioksidan primer yaitu sebagai antioksidan utama pemberi atom hidrogen (AH), karena senyawa ini memberikan atom hidrogen secara cepat ke senyawa radikal, dimana radikal yang terbentuk menghasilkan derivat lipida dan radikal antioksidan (A^{*}). Peranannya sebagai donor atom hidrogen pada radikal bebas lemak untuk membentuk kembali molekul lemak. Dengan demikian jika

antioksidan diberikan, mencegah pembentukan radikal baru, maka akan menghambat proses autooksidasi.

Antioksidan primer disebut juga antioksidan enzimatis atau endogenus. Di dalamnya meliputi enzim superoksida dismutase (SOD), katalase, *glutation reduktase* (GSH-R), dan *glutation peroksidase* (GSH-PX). Enzim SOD berperan melindungi sel-sel tubuh dari kerusakan dan mencegah proses peradangan akibat radikal bebas.

Antioksidan sekunder disebut juga antioksidan non enzimatis atau eksogenus yaitu kelompok senyawa yang berperan dalam sistem pertahanan preventif. Antioksidan ini dapat mengkelat logam prooksidan dan mendeaktivasinya. Pengkelatan terjadi dalam sistem cairan ekstraseluler. Cara kerja sistem antioksidan ini adalah memotong reaksi oksidasi berantai dari radikal bebas atau menangkapnya. Dengan demikian, radikal bebas tidak akan bereaksi dengan komponen seluler. Antioksidan sekunder di antaranya vitamin E, C, karoten, flavonoid, dan asam lipoat. Dijelaskan pula bahwa selain fungsinya sebagai antioksidan primer, dapat juga berfungsi sebagai antioksidan sekunder, yaitu menangkap senyawa serta mencegah terjadinya reaksi berantai, dan antioksidan tersier yaitu memperbaiki kerusakan sel-sel dan jaringan yang disebabkan radikal bebas. Senyawa-senyawa fenolik adalah antioksidan yang berfungsi menginaktivasi radikal bebas dan mencegah dekomposisi hidroperoksida. 14

Jenis antioksidan rumput laut dilaporkan mengandung β dan γ -karoten, vitamin E, dan beberapa golongan fenol seperti lanterol, lanosol, kandisin, dan tetrabromo fenol. Senyawa-senyawa ini berpotensi sebagai antioksidan. Aktivitas antioksidan dalam beberapa jenis alga laut, jenis *Sargassum* memiliki aktifitas antioksidan tertinggi dari semua jenis yang diteliti. Fucoxantin dilaporkan oleh Yan *et al.* (1999), sebagai *major antioxidant* di dalam *Hijikia fusiformis* tergolong alga yang dapat dimakan. Selanjutnya, dijelaskan bahwa karotenoid

termasuk di dalamnya fucoxantin yang telah diketahui berfungsi dengan baik sebagai "*singlet oxigen-quenching activity*". Fucoxanthin efektif sebagai "*radical-scavenger*" fucoxantin adalah karotenoid yang berlimpah di dalam *Hijika fusiformis*, oleh karena itu diakui sebagai major antioksidan. Aktivitas *radical-scavenging* dari fucoxantin tidak secara lengkap dipahami, namun dari struktur dapat dilihat bahwa fucoxantin mempunyai "*double allenic carbon*" yang tidak biasanya (C-7'), dan dua grup hidroksil.

BAB 7. Penutup

Buku ini berisi tentang kandungan gizi pangan ikani yang mencakup ikan dan produk perikanan selain ikan, misalnya udang, kepiting, moluska, dan berbagai jenis rumput laut. Termasuk juga informasi tentang akibat kekurangan zat gizi bagi manusia, serta kandungan gizi dan manfaat lain berbagai produk perikanan terutama rumput laut sebagai bahan baku obat. Pengetahuan seperti ini sangat penting bagi masyarakat Indonesia yang dalam jumlah cukup besar pemenuhan gizinya berasal dari pangan ikani.

Kandungan gizi yang disajikan dalam buku ini ialah: protein, karbohidrat dan serat, lemak, vitamin dan mineral, serta antioksidan. Kandungan protein pangan ikani bervariasi menurut jenis, umumnya berkisar 18–20%. Protein mengandung asam-asam amino yang sangat dibutuhkan tubuh manusia, karena lebih mudah dicerna. Pada produk perikanan, karbohidrat dan serat banyak terdapat pada rumput laut. Karbohidrat pada ikan umumnya dalam bentuk glikogen dengan jumlah sekitar 0,05 – 0,35%.

Lemak beberapa jenis ikan dan produk perikanan lainnya mengandung asam lemak omega-3 yang sangat dibutuhkan tubuh manusia. Kandungan lemak pada ikan sangat bervariasi umumnya 1 – 13%. Pada produk perikanan, vitamin dan mineral terdapat dalam jumlah yang sangat kecil. Vitamin yang ada di antaranya : A, B₁, B₂, D, E, dan C. Mineral pada ikan, antara lain: Na, K, Mg, Ca, Mn, Co, dan Cu.

Rumput laut yang sangat melimpah di perairan Indonesia digunakan sebagai sumber antioksidan, karagenan, berbagai vitamin dan mineral, serta bahan baku obat dan kosmetik. Beberapa jenis rumput laut yang dikonsumsi mentah sebagai sayuran, mengandung vitamin dan mineral, antara lain : vitamin A, vitamin C, asam folat, Ca, Fe, dan Cu.

Buku Gizi Pangan Ikani

ORIGINALITY REPORT

23%

SIMILARITY INDEX

23%

INTERNET SOURCES

2%

PUBLICATIONS

3%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	www.giziklinkku.com Internet Source	4%
2	eprints.undip.ac.id Internet Source	3%
3	dayenyuliani89.blogspot.com Internet Source	2%
4	www.scribd.com Internet Source	2%
5	vdocuments.site Internet Source	1%
6	fr.scribd.com Internet Source	1%
7	jatp.ift.or.id Internet Source	1%
8	media.neliti.com Internet Source	1%
9	nikma-nikmailmudunia.blogspot.com Internet Source	1%
10	docplayer.info Internet Source	1%

11	eprints.umm.ac.id Internet Source	1 %
12	zulfiqarhamid28.wordpress.com Internet Source	1 %
13	blognyanaghperawat.blogspot.com Internet Source	1 %
14	repo.unand.ac.id Internet Source	1 %
15	journal.wima.ac.id Internet Source	1 %
16	edoc.pub Internet Source	1 %
17	id.scribd.com Internet Source	1 %
18	jakartaantiagingcenter.com Internet Source	1 %
19	repo.unsrat.ac.id Internet Source	1 %
20	repository.ipb.ac.id Internet Source	1 %

Exclude quotes Off

Exclude matches < 1%

Exclude bibliography On