



BUKU MATERI POKOK
LUHT4443/39KB/MODUL 1 • 9

EDISI 2

Teknologi Pengolahan Hasil Perikanan

Hari Eko Irianto
Sri Giyatmi

PENERBIT UNIVERSITAS TERBUKA



BUKU MATERI POKOK
LUHT4443/3SKS/MODUL 1 - 9

EDISI 2

Teknologi Pengolahan Hasil Perikanan

Hari Eko Irianto
Sri Giyatmi

PENERBIT UNIVERSITAS TERBUKA

Hak Cipta © pada Penulis dan dilindungi Undang-undang
Hak Penerbitan pada Penerbit Universitas Terbuka
Departemen Pendidikan Nasional
Kotak Pos 6666 – Jakarta 10001
Indonesia

Dilarang mengutip sebagian ataupun seluruh buku ini
dalam bentuk apa pun tanpa izin dari penerbit

Edisi Ke-2

Cetakan pertama, Januari 2009

Penulis : 1. *Dr. Ir. Hari Eko Irianto, APU*
2. *Prof. Dr. Ir. Sri Giyatni, M. Si*

Penelaah Materi : 1. *Ir. Endang Indrawati, MA*
2. *Ir. Herwati Dwi Utami, SIP*

Pengembang Desain Instruksional : 1. *Ir. Endang Indrawati, MA*
2. *Ir. Herwati Dwi Utami, SIP*

Desain Cover & Ilustrator : *Suary*

Lay-outer : *Nona Suwarno*

Copy Editor : *Nining S*

338.372

IRI

m

IRIANTO, Hari Eko

MATERI pokok teknologi pengolahan hasil perikanan

1 – 9: LUFT4443/3-SKS/Hari Eko Irianto, Sri Giyatni

Cet. 1, Ed. 2 – Jakarta: Universitas Terbuka, 2009

530 hal. ill; 21 cm

ISBN: 978-997-011-461-0

I- perikanan

I. Judul

II. Giyatni, Sri



Daftar Isi

TINJAUAN MATA KULIAH	i
MODUL 1: PRINSIP DASAR TEKNOLOGI PENGOLAHAN HASIL PERIKANAN	
Kegiatan Belajar 1:	1.1
Ikan sebagai Bahan Baku	1.3
Latihan	1.20
Rangkuman	1.21
Tes Formatif 1	1.22
Kegiatan Belajar 2:	
Kemunduran Mutu Ikan	1.24
Latihan	1.36
Rangkuman	1.36
Tes Formatif 2	1.37
Kegiatan Belajar 3:	
Dasar-dasar Penanganan dan Pengolahan Ikan	1.39
Latihan	1.47
Rangkuman	1.47
Tes Formatif 3	1.49
KUNCI JAWABAN TES FORMATIF	1.51
DAFTAR PUSTAKA	1.52
MODUL 2: PENANGANAN DAN TRANSPORTASI IKAN HIDUP	
Kegiatan Belajar 1:	
Faktor-faktor Penting dalam Penanganan dan Transportasi Ikan Hidup	2.5
Latihan	2.11
Rangkuman	2.11
Tes Formatif 1	2.12

Kegiatan Belajar 2:	
Penanganan dan Transportasi Ikan Hidup	2.14
Latihan	2.28
Rangkuman	2.28
Tes Formatif 2	2.29
Kegiatan Belajar 3:	
Teknologi Penanganan dan Transportasi Hidup beberapa	
Komoditas Perikanan	2.32
Latihan	2.43
Rangkuman	2.44
Tes Formatif 3	2.44
KUNCI JAWABAN TES FORMATIF	2.46
DAFTAR PUSTAKA	2.47
MODUL 3: PENDINGINAN DAN PEMBEKUAN	3.1
Kegiatan Belajar 1:	
Pendinginan	3.3
Latihan	3.23
Rangkuman	3.23
Tes Formatif 1	3.25
Kegiatan Belajar 2:	
Pembekuan	3.37
Latihan	3.53
Rangkuman	3.54
Tes Formatif 2	3.55
KUNCI JAWABAN TES FORMATIF	3.58
DAFTAR PUSTAKA	3.59

MODUL 4: TEKNOLOGI PENGOLAHAN PRODUK TRADISIONAL

Kegiatan Belajar 1:	4.1
Pengaraman dan Pengeringan	4.1
Latihan	4.23
Rangkuman	4.24
Tes Formatif 1	4.25
 Kegiatan Belajar 2:	
Pemindangan	4.27
Latihan	4.35
Rangkuman	4.36
Tes Formatif 2	4.36
 Kegiatan Belajar 3:	
Pengasapan	4.39
Latihan	4.50
Rangkuman	4.50
Tes Formatif 3	4.51
 Kegiatan Belajar 4:	
Fermentasi	4.54
Latihan	4.75
Rangkuman	4.75
Tes Formatif 4	4.76
 KUNCI JAWABAN TES FORMATIF	4.79
DAFTAR PUSTAKA	4.80

MODUL 5: PENGOALENGAN	5.1
Kegiatan Belajar 1:	
Prinsip Sterilisasi Panas	5.3
Latihan	5.16
Rangkuman	5.17
Tes Formatif 1	5.18

Kegiatan Belajar 2:	
Teknologi Produksi Ikan Kaleng	5.20
Latihan	5.33
Rangkuman	5.34
Tes Formatif 2	5.35
KUNCI JAWABAN TES FORMATIF	5.37
DAFTAR PUSTAKA	5.38
MODUL 6: IRADIASI PRODUK PERIKANAN	6.1
Kegiatan Belajar 1:	
Dasar-dasar Iradiasi Produk Perikanan	6.2
Latihan	6.13
Rangkuman	6.14
Tes Formatif 1	6.15
Kegiatan Belajar 2:	
Pengaruh Iradiasi terhadap Mutu dan Keamanan Produk Perikanan	6.17
Latihan	6.29
Rangkuman	6.30
Tes Formatif 2	6.31
KUNCI JAWABAN TES FORMATIF	6.33
DAFTAR PUSTAKA	6.34
MODUL 7: TEPUNG IKAN DAN MINYAK IKAN	7.1
Kegiatan Belajar 1:	
Tepung Ikan	7.3
Latihan	7.23
Rangkuman	7.24
Tes Formatif 1	7.25
Kegiatan Belajar 2:	
Minyak Ikan	7.27
Latihan	7.47

Rangkuman	7.48
Tes Formatif 2	7.49
KUNCI JAWABAN TES FORMATIF	7.51
DAFTAR PUSTAKA	7.52
MODUL 8: PENGOLAHAN PRODUK FIKOKOLOID	8.1
Kegiatan Belajar 1:	
Pemanenan dan Penanganan Rumput Laut	8.2
Latihan	8.17
Rangkuman	8.18
Tes Formatif 1	8.18
Kegiatan Belajar 2:	
Proses Pengolahan Produk Fikokoloid	8.20
Latihan	8.32
Rangkuman	8.32
Tes Formatif 2	8.33
KUNCI JAWABAN TES FORMATIF	8.35
DAFTAR PUSTAKA	8.36
MODUL 9: PENGOLAHAN SURIMI DAN PEMANFAATAN HASIL SAMPING	9.1
Kegiatan Belajar 1:	
Pengolahan Surimi	9.3
Latihan	9.16
Rangkuman	9.17
Tes Formatif 1	9.18
Kegiatan Belajar 2:	
Pemanfaatan Hasil Samping Pengolahan Ikan	9.20
Latihan	9.37
Rangkuman	9.38
Tes Formatif 2	9.39

Kegiatan Belajar 3:	
Pemanfaatan Hasil Samping Pengolahan Krustasea	9.41
Latihan	9.46
Rangkuman	9.47
Tes Formatif 3	9.48
KUNCI JAWABAN TES FORMATIF	9.50
DAFTAR PUSTAKA	9.51
PANDUAN PRAKTIKUM TEKNOLOGI PENGOLAHAN HASIL PERIKANAN	1
UNIT 1	
PENDINGINAN IKAN SEGAR DENGAN ES	2
UNIT 2	
PENGOLAHAN IKAN ASIN	5
UNIT 3	
PENGOLAHAN IKAN PINDANG	9
UNIT 4	
PENGOLAHAN IKAN BANDENG ASAP	15
UNIT 5	
PENGOLAHAN IKAN PEDAS	20
UNIT 6	
PENGOLAHAN TEPUNG IKAN	23
UNIT 7	
PENGOLAHAN BAKSO IKAN	27

Tinjauan Mata Kuliah

Modul ini merupakan pengantar umum teknologi pengolahan hasil perikanan yang sekaligus sebagai salah satu komponen penting di dalam upaya pemanfaatan hasil perikanan secara optimum, terutama dalam rangka peningkatan nilai tambah produk perikanan.

Mata kuliah ini membahas prinsip dasar teknologi penanganan dan pengolahan hasil perikanan, penanganan dan transportasi ikan hidup, teknologi pengolahan produk tradisional, teknologi pengawetan dengan pendinginan, pembekuan, dan iradiasi, teknologi pengolahan serta pengawetan dengan proses pengalengan, teknologi pengolahan tepung dan minyak ikan, pengolahan produk fikokoloid, serta pengolahan surimi dan pemanfaatan hasil samping pengolahan produk perikanan.

Setelah mempelajari mata kuliah ini, mahasiswa mampu menjelaskan prinsip-prinsip pengolahan hasil perikanan dan menerapkan berbagai teknologi penanganan dan pengolahan untuk menghasilkan produk olahan dan awetan hasil perikanan.

Untuk mencapai tujuan di atas, materi mata kuliah ini disusun dalam 9 (sembilan) modul sebagai berikut.

Modul 1: Prinsip Dasar Teknologi Pengolahan Hasil Perikanan

Kegiatan Belajar 1 : Ikan sebagai Bahan Baku.

Kegiatan Belajar 2 : Kemunduran Mutu Ikan.

Kegiatan Belajar 3 : Dasar-dasar Penanganan dan Pengolahan Ikan.

Modul 2: Teknik Penanganan dan Transportasi Ikan Hidup

Kegiatan Belajar 1 : Faktor-faktor Penting dalam Penanganan dan Transportasi Ikan Hidup.

Kegiatan Belajar 2 : Penanganan dan Transportasi Ikan Hidup.

Kegiatan Belajar 3 : Teknologi Penanganan dan Transportasi Hidup beberapa Komoditas Perikanan.

Modul 3: Pendinginan dan Pembekuan

Kegiatan Belajar 1 : Pendinginan.

Kegiatan Belajar 2 : Pembekuan.

Modul 4: Teknologi Pengolahan Produk Tradisional

Kegiatan Belajar 1 : Penggaraman dan Pengeringan.

Kegiatan Belajar 2 : Pemandangan.

Kegiatan Belajar 3 : Pengasapan.

Kegiatan Belajar 4 : Fermentasi.

Modul 5: Pengalengan

Kegiatan Belajar 1 : Prinsip Sterilisasi Panas.

Kegiatan Belajar 2 : Teknologi Produksi Ikan Kaleng.

Modul 6: Iradiasi

Kegiatan Belajar 1 : Dasar-dasar Iradiasi Produk Perikanan.

Kegiatan Belajar 2 : Pengaruh Iradiasi terhadap Mutu dan Keamanan Produk Perikanan.

Modul 7: Tepung dan Minyak Ikan

Kegiatan Belajar 1 : Tepung Ikan.

Kegiatan Belajar 2 : Minyak Ikan.

Modul 8: Pengolahan Produk Fikokoloid

Kegiatan Belajar 1 : Pemanenan dan Penanganan Rumput Laut.

Kegiatan Belajar 2 : Proses Pengolahan Produk Fikokoloid.

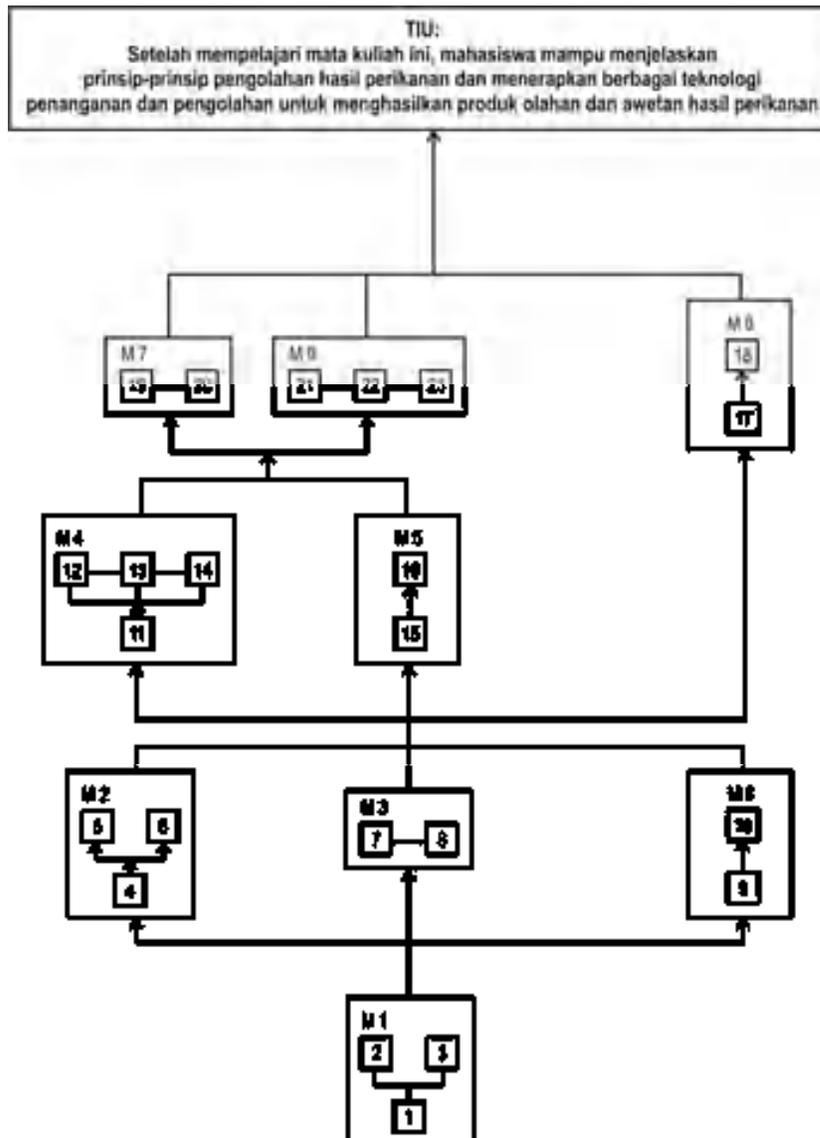
Modul 9: Pengolahan Surimi dan Pemanfaatan Hasil Samping

Kegiatan Belajar 1 : Pengolahan Surimi.

Kegiatan Belajar 2 : Pemanfaatan Hasil Samping Pengolahan Ikan.

Kegiatan Belajar 3 : Pemanfaatan Hasil Samping Pengolahan Krustasea.

Peta Kompetensi
Teknologi Pengolahan Hasil Perikanan/LUHT4443/3 sks



Keterangan Peta Kompetensi:

1. Menjelaskan ikan sebagai bahan baku.
2. Menjelaskan kemunduran mutu ikan.
3. Menjelaskan dasar-dasar penanganan dan pengolahan ikan.
4. Menjelaskan faktor-faktor penting dalam penanganan dan transportasi ikan hidup.
5. Menjelaskan penanganan dan transportasi ikan hidup.
6. Menjelaskan teknologi penanganan dan transportasi beberapa komoditas perikanan ikan hidup.
7. Menerapkan teknik pengawetan hasil perikanan dengan pendinginan.
8. Menjelaskan teknik pengawetan hasil perikanan dengan pembekuan.
9. Menjelaskan teknik pengawetan dengan iradiasi produk perikanan.
10. Menjelaskan pengaruh iradiasi terhadap mutu produk hasil perikanan.
11. Menerapkan dasar-dasar teknologi penggaraman dan pengeringan, serta kemunduran mutu ikan asing kering.
12. Menerapkan dasar-dasar teknologi pemindangan dan kemunduran mutu pindang.
13. Menerapkan dasar-dasar teknologi pengasapan dan kemunduran mutu ikan asap.
14. Menjelaskan dasar-dasar fermentasi ikan dan pembuatan silase ikan.
15. Menjelaskan prinsip sterilisasi panas.
16. Menjelaskan teknologi produk ikan kaleng.
17. Menjelaskan pemanenan dan penanganan rumput laut sebagai bahan mentah fikokoloid.
18. Menjelaskan proses pengolahan produk fikokoloid.
19. Menerapkan teknik pengolahan tepung ikan.
20. Menjelaskan teknik pengolahan minyak ikan.
21. Menjelaskan teknik pengolahan surimi.
22. Menjelaskan pemanfaatan hasil samping pengolahan ikan.
23. Menjelaskan pemanfaatan hasil samping pengolahan krustacea.

Mata kuliah ini juga dilengkapi program noncetak video interaktif tentang Teknologi Pengolahan Hasil Perikanan Tradisional.

Dalam mata kuliah ini juga dilengkapi dengan panduan praktikum yang terdiri dari 7 (tujuh) unit praktikum, meliputi:

Praktikum

Unit 1. Pendinginan ikan segar dengan es.

Unit 2. Pengolahan ikan asin.

Unit 3. Pengolahan ikan pindang.

Unit 4. Pengolahan ikan bandeng asap.

Unit 5. Pengolahan ikan peda.

Unit 6. Pengolahan tepung ikan.

Unit 7. Pengolahan bakso ikan.

Cara mempelajari modul Teknologi Pengolahan Hasil Perikanan adalah:

1. Pelajari setiap modul sebaik-baiknya dan cobalah mendiskusikan dengan teman-teman Anda.
2. Kerjakan setiap soal latihan dan tes formatif serta bandingkan jawaban Anda dengan kunci jawaban yang tersedia di bagian akhir setiap modul.
3. Diskusikanlah jawaban-jawaban pertanyaan yang ada dan carilah jawaban yang tepat dalam uraian materi modul ini.
4. Kerjakanlah praktikum sebaik-baiknya sesuai dengan petunjuk-petunjuk dari instruktur di daerah Anda berdasarkan panduan praktikum yang terdapat di bagian akhir modul ini.

Prinsip Dasar Teknologi Pengolahan Hasil Perikanan

Dr. Ir. Hari Eko Irianto, APU.
Prof. Dr. Ir. Sri Giyatmi, M.Si.



PENDAHULUAN

Modul ini merupakan pengantar umum bagi teknologi pengolahan hasil perikanan yang sekaligus sebagai salah satu komponen penting di dalam upaya pemanfaatan hasil perikanan secara optimum, terutama dalam rangka peningkatan nilai tambah produk perikanan. Di dalam modul ini dibahas tentang tiga kegiatan belajar, yaitu sebagai berikut.

Kegiatan Belajar 1 : Ikan Sebagai Bahan Baku.

Kegiatan Belajar 2 : Kemunduran Mutu Ikan.

Kegiatan Belajar 3 : Dasar-dasar Penanganan dan Pengolahan Ikan.

Modul ini menguraikan hal-hal yang perlu diketahui bila akan melakukan penanganan dan pengolahan ikan, mulai saat ikan ditangkap atau dipanen sampai pemasaran. Dengan demikian, diharapkan produk yang dihasilkan akan memiliki mutu yang baik dan aman untuk dikonsumsi oleh konsumen.

Pada Kegiatan Belajar 1 dimulai dengan menguraikan keterbatasan-keterbatasan ikan sebagai bahan baku untuk kegiatan industri penanganan atau pengolahan ikan. Kemudian dilanjutkan dengan menguraikan tentang struktur tubuh ikan yang dapat menggambarkan tentang peluang-peluang pemanfaatan ikan. Sifat fisik ikan juga dibahas untuk memberikan informasi dasar yang diperlukan bagi penanganan dan pengolahan ikan. Di dalam kegiatan belajar ini juga diuraikan tentang komposisi kimia dan nilai gizi ikan yang dapat memberikan gambaran keunggulan yang nyata dari ikan dibandingkan dengan bahan pangan lainnya.

Pada Kegiatan Belajar 2 akan dibahas tentang kemunduran mutu ikan yang memulai uraiannya dengan memberikan gambaran proses kemunduran

kesegaran ikan yang terjadi secara autolisis, kimiawi, dan mikrobiologis. Selain itu juga dibahas tentang pembusukan ikan sebagai proses lanjut dari kemunduran mutu ikan. Di dalam kegiatan belajar ini juga diuraikan metode penilaian kesegaran ikan secara objektif dan subjektif yang meliputi uji kimiawi, mikrobiologis, fisik, dan organoleptis.

Pada Kegiatan Belajar 3 akan dibahas tentang dasar-dasar penanganan dan pengolahan ikan. Pada pembahasan tentang dasar-dasar penanganan ikan akan diuraikan mengenai hal-hal yang perlu diperhatikan untuk menghindari pembusukan ikan akibat penanganan yang tidak sesuai dengan yang dipersyaratkan. Selanjutnya, diikuti dengan pembahasan tentang dasar-dasar pengolahan ikan yang dimulai dengan menguraikan tentang prinsip-prinsip pengolahan yang dapat diterapkan dan faktor-faktor yang berpengaruh terhadap mutu dan keamanan produk yang dihasilkan. Pada bagian akhir diuraikan tentang faktor-faktor yang berpengaruh terhadap pilihan metode atau teknologi yang akan digunakan untuk menunjang keberhasilan kegiatan industri perikanan.

KEGIATAN BELAJAR 1

Ikan sebagai Bahan Baku

Indonesia memiliki kekayaan sumber daya perikanan yang cukup besar, tetapi pemanfaatannya belum optimal. Produksi perikanan Indonesia berasal dari kegiatan perikanan tangkap dan perikanan budidaya. Produksi perikanan tangkap pada tahun 2002 tercatat sebesar 4.378.495 ton, sedangkan produksi perikanan budidaya adalah 1.076.750 ton. Sementara ini, hasil produksi tersebut selain diekspor juga digunakan untuk memenuhi kebutuhan bahan baku industri pengolahan di dalam negeri.

Ikan sampai saat ini masih dipercaya sebagai sumber protein hewani yang utama bagi manusia. Ikan bukan hanya dipakai sebagai bahan pangan, tetapi juga dapat digunakan untuk menghasilkan produk kesehatan, pakan, kosmetik, dan sebagainya. Hal ini memungkinkan karena bagian-bagian organ dari ikan memiliki struktur histologi dan komposisi kimia yang bervariasi. Ukuran, komposisi kimia dan nilai gizi tergantung pada spesies, umur, jenis kelamin, kondisi fisiologis dan kondisi lingkungan tempat hidupnya.

Dalam rangka pemanfaatan ikan sebagai bahan baku pengolahan hasil perikanan perlu dipahami beberapa karakteristik ikan, yaitu keragaman spesies, pasokan yang tidak konsisten, dan daya simpannya pendek.

Keragaman spesies. Jumlah spesies ikan dan *shellfish* yang dapat dimakan lebih banyak dibandingkan dengan jumlah mamalia yang selama ini dimanfaatkan sebagai bahan pangan. Terdapat ratusan hewan perairan yang digunakan sebagai bahan baku pengolahan perikanan; mulai dari invertebrata, seperti echinodermata, krustasea, dan moluska sampai vertebrata, seperti ikan paus. Tekstur serta karakteristik kimia dan fisik sangat beragam dari spesies ke spesies dan juga antar individu ikan pada spesies yang sama.

Pasokan tidak konsisten. Persyaratan utama pada pengolahan produk pangan adalah adanya jaminan pasokan bahan baku dalam jumlah yang cukup untuk memungkinkan pengoperasian yang efisien. Pada saat ini masih mengalami kesulitan dalam melakukan pemasokan atau pemanenan secara terjadwal. Kegiatan penangkapan sangat dipengaruhi oleh keadaan alam, seperti kondisi cuaca dan laut.

Umur simpan pendek. Ikan dan *shellfish* adalah termasuk bahan pangan yang sangat mudah busuk. Terdapat dua hal yang dipandang berpengaruh terhadap umur simpan yang pendek tersebut, yaitu karakteristik dari ikan itu sendiri dan penanganan yang tidak baik setelah dipanen.

Di samping itu, dalam hubungannya dengan pemanfaatan ikan sebagai bahan baku perlu juga dikuasai pengetahuan tentang struktur fisik, komposisi kimia dan nilai gizi, serta karakteristik organoleptik.

A. STRUKTUR TUBUH IKAN

Secara umum struktur tubuh ikan terdiri dari kulit, organ bagian dalam, tulang, dan otot atau daging. Proporsi untuk masing-masing bagian struktur tubuh ikan bervariasi tergantung dari jenis atau spesies ikan.

1. Kulit

Ikan dilindungi oleh kulit. Kulit terdiri dari dua bagian, yaitu epidermis dan dermis. Epidermis mengandung sejumlah kelenjar lendir. Dermis tersusun beberapa lapis jaringan pengikat dan sisik terbentuk dari dermis. Antara dermis dan epidermis terdapat sejumlah sel pigmen yang mengandung karotenoid dan melanin. Iridofor yang menyimpan guanin dan basa purin terdapat antara dermis dan otot. Warna kompleks dari ikan terbentuk oleh refraksi sinar yang melalui kedua lapis, epidermis dan dermis.

2. Organ Internal

Ikan biasanya tidak mengunyah makanannya, tetapi menelannya tanpa mengunyah terlebih dahulu dan kemudian dicerna secara enzimatik di dalam lambung dan usus. Lambung dan dinding usus mengandung sejumlah kelenjar mikroskopis yang mengeluarkan enzim pencernaan segera setelah makanan dimakan. Pada ikan bertulang banyak (*bony fish*), enzim diproduksi tidak hanya oleh lambung dan usus, tetapi juga oleh *pyrolic caeca* yang menempel pada usus dekat bagian bawah dari lambung. Organ ini tidak ditemukan pada kelompok vertebrata yang lain atau bahkan pada ikan bertulang rawan. Bentuk dan jumlahnya berbeda-beda antara satu spesies ikan dengan spesies lainnya.

Hati adalah salah satu organ internal paling besar pada ikan. Di dalam hati gula di rubah menjadi glikogen yang disimpan sampai saat diperlukan. Pada beberapa jenis ikan, seperti cucut, terdapat lemak dalam jumlah yang

besar di hati. Ginjal ikan terletak tepat di bawah tulang belakang seperti gumpalan darah yang telah lama. Jaringan ginjal agak lunak dan mulai menjadi rusak begitu ikan mati. Organ reproduksi ikan mungkin menempati lebih dari separuh ruangan abdomen ketika gonad matang penuh.

3. Tulang

Tulang rangka termasuk bagian penting pembentuk tubuh ikan. Seluruh daging ikan dihubungkan ke tulang rangka. Beberapa ikan memiliki tulang belakang yang padanya melekat tidak hanya tulang rusuk dorsal dan ventral, tetapi juga tulang intramuskular seperti rambut. Tulang-tulang kecil tersebut sering mengganggu konsumen dan biasanya sangat sulit untuk dihilangkan dari ikan berukuran kecil, tetapi dapat dibuat menjadi lunak dengan pemasakan bertekanan tinggi atau teknologi presto.

4. Otot

Sebagian besar bagian yang dapat dimakan adalah otot lateral yang terdapat di sekeliling tulang belakang. Otot lateral ikan dibagi menjadi empat oleh sekat vertikal dan horizontal berupa lembaran tipis jaringan pengikat. Setiap bagian memiliki struktur seperti urat kayu. Unit dari urat kayu disebut myomer, yang antara satu dan lainnya dihubungkan oleh myoseptem. Ketika otot ikan dimasak, lembaran jaringan pengikat mengalami gelatinisasi menjadi serpihan-serpihan yang terkoagulasi dan terpisah-pisah.

Myomer terdiri dari sejumlah serat otot (sel otot) yang terikat bersama dengan pembuluh darah dan serabut syaraf oleh jaringan pengikat. Panjang serat otot hampir sama dengan panjang myomer dan juga panjang tulang belakang.

5. Otot Gelap

Otot ikan terdiri dari otot gelap (merah) dan putih. Otot gelap adalah lapisan otot berwarna merah yang terletak sepanjang badan di bawah kulit ikan. Fraksi otot gelap bervariasi mulai yang paling rendah 1–2% pada ikan berdaging putih seperti ikan sebelah sampai yang tinggi 20% atau lebih pada ikan berdaging merah. Otot gelap sering menimbulkan permasalahan selama pengolahan karena otot ini memiliki kandungan lipid dan khromoprotein seperti myoglobin dan hemoglobin yang dapat berperan sebagai pro-oksidan bagi lipid.

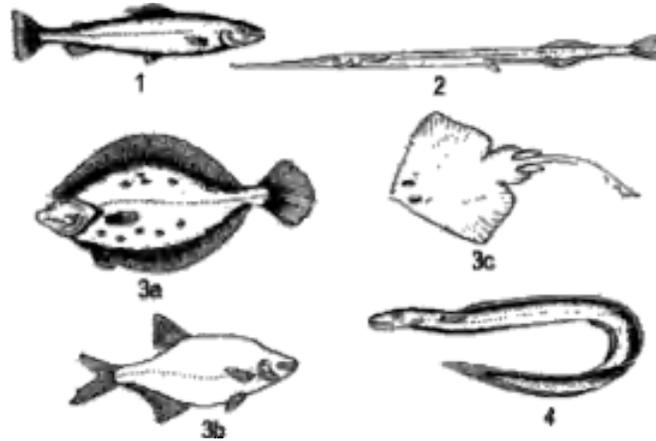
B. SIFAT FISIK IKAN

Untuk memecahkan segala permasalahan yang berhubungan dengan transportasi, penyimpanan dan pengolahan ikan perlu menguasai tentang sifat fisik ikan yang meliputi bentuk dan ukuran, densitas dan kekambahan, dan juga sudut natural repose, sudut luncur dan koefisien gesekan. Kapasitas panas, konduktivitas panas, difusivitas panas dan faktor-faktor lain juga perlu untuk diketahui.

1. Bentuk Utama Ikan

Gambar 1.1 menginformasikan tentang bentuk utama dari ikan, yaitu yang terdiri dari berikut ini.

- a. *Bentuk torpedo* – memiliki bentuk seperti torpedo, bagian paling tebal pada kepala, meruncing tajam ke arah belakang, dan sedikit mendatar pada kedua sisinya. Contoh: ikan tuna, cakalang dan layang.
- b. *Bentuk panah memanjang* – sayatan atau potongan melintangnya sebanding dengan sirip punggung dan sirip anus terletak pada bagian belakang. Contoh: cendro dan cunang-cunang.
- c. *Bentuk pipih* – bentuknya memipih pada kedua sisi atau pada bagian atas. Contoh: ikan pari.
- d. *Bentuk seperti ular* – panjang, bulat, sedikit memipih pada kedua sisi dan gerakannya mengombak. Contoh: belut dan sidat.



Sumber: Zaitsev, *et al.*, (1969).

Gambar 1.1.
Bentuk-bentuk Ikan

- | | |
|---------------------------|------------------------|
| 1. Bentuk Torpedo | 3. Bentuk Pipih |
| 2. Bentuk Panah Memanjang | 4. Bentuk seperti Ular |

2. Ukuran

Panjang dan berat dapat dipakai untuk menentukan ukuran dari ikan. Ikan yang lebih tua memiliki ukuran lebih panjang dan lebih kambah dibandingkan dengan yang lebih muda. Pada umur dan panjang yang sama, biasanya ikan betina lebih berat dibandingkan ikan jantan. Keragaman ukuran secara musiman terhadap volume dan berat terjadi pada saat gonad sedang dalam proses perkembangan, dan kemudian mengecil kembali segera setelah bertelur. Laju pertumbuhan ikan tergantung kepada pakan yang tersedia di air tempat hidupnya sehingga ikan pada umur dan spesies sama yang ditangkap pada perairan berbeda mungkin bervariasi dalam berat dan panjang.

3. Berat Spesifik Ikan

Berat spesifik ikan adalah perbandingan antara berat terhadap volume (dalam gram/cm^3). Rata-rata gravitasi spesifik dari ikan hidup (atau ikan mati yang memiliki kantung kemih belum kempis) mendekati 1,01 yang memungkinkan untuk mentransportasikan ikan utuh melalui aliran air. Ikan yang telah disiangi atau bagian dari badan ikan memiliki gravitasi spesifik

yang lebih besar dan tenggelam di dalam air. Gravitasi spesifik ikan yang telah disiangi dan daging dari spesies yang berbeda bervariasi antara 1,05–1,08, kulit antara 1,07–1,12 dan sisik antara 1,30–1,55. Gravitasi spesifik ikan menurun dengan meningkatnya ukuran ikan. Perubahan suhu ikan antara 20° ke 30°C dan 0°C menyebabkan sedikit perubahan gravitasi spesifik, tetapi berat spesifik ikan beku menurun karena peningkatan volume ketika air berubah menjadi es.

4. Berat Kamba

Berat kamba ikan adalah berat (dalam kilogram atau ton) per unit volume (meter kubik). Faktor ini harus diperhitungkan ketika melakukan kalkulasi kapasitas penyimpanan, transportasi, dan pengemasan. Berat kamba tergantung kepada kondisi dari ikan. Ikan hidup dapat dimuat lebih padat dibandingkan ikan mati dan memiliki berat kamba lebih besar. Ikan mati yang belum mengengang, atau ikan telah melampaui tahap rigor mortis yang badannya lemas dapat dimuat lebih padat dari pada ikan yang baru mengengang atau ikan beku, oleh karenanya ikan tersebut memiliki berat kamba yang lebih tinggi. Pusat gravitasi ikan berada dekat bagian kepala.

5. Sudut *Natural Repose*

Jika sejumlah ikan ditumpahkan pada permukaan horizontal akan membentuk kerucut dengan kemiringan tertentu yang disebut dengan sudut *natural repose*. Sudut ini sangat dipengaruhi oleh spesies dan keadaan dari ikan.

6. Sudut Luncur dan Koefisien Gesek

Sudut luncur adalah sudut kemiringan di mana ikan yang diletakkan pada suatu permukaan akan mulai meluncur akibat pengaruh gravitasi untuk mengatasi gesekan. Koefisien gesekan adalah tangen sudut luncur. Sangat penting untuk mengetahui sudut luncur dan koefisien gesekan ketika merancang instalasi untuk memindahkan dan mengolah ikan.

7. Tekstur

Tekstur atau konsistensi sangat penting di dalam memperkirakan mutu ikan dan memperkirakan tingkat kesulitan dalam memotongnya. Konsistensi diukur berdasarkan kekakuan daging ikan yang meningkat pada awal setelah kematian, dan mencapai nilai tertinggi selama rigor mortis. Ketika tahap ini

dilampaui dan ikan telah disimpan beberapa saat, kekakuan tersebut akan menurun.

8. Panas Spesifik

Panas spesifik adalah jumlah panas yang harus diberikan ke ikan atau harus dihilangkan dari ikan dalam rangka meningkatkan atau menurunkan suhu sebesar 1°C. Nilainya tergantung pada komposisi kimia ikan dan ditentukan sebagai jumlah nilai panas spesifik komponen-komponennya (air, lemak, protein, dan garam-garam mineral). Panas spesifik ikan sedikit lebih meningkat pada suhu yang lebih tinggi yang menyebabkan perubahan-perubahan sifat fisik dan kimia protein. Sebaliknya, panas spesifik menurun pada suhu di bawah 0°C. Hal ini disebabkan air berubah menjadi es ketika dibekukan.

9. Konduktivitas Panas

Konduktivitas panas adalah kapasitas ikan di dalam mengalirkan panas ketika dipanasi atau didinginkan. Pada selang suhu 0–30°C terjadi sedikit perubahan konduktivitas panas ikan, tetapi meningkat tajam ketika dibekukan karena koefisien konduktivitas panas es hampir empat kali koefisien konduktivitas panas air.

10. Difusi Suhu

Difusi suhu adalah laju perubahan suhu badan ikan pada saat dipanaskan atau didinginkan. Difusi suhu dipengaruhi oleh konduktivitas panas, kapasitas panas, dan gravitasi spesifik.

11. Sifat-sifat Elektrik

Pengolahan dengan menggunakan aliran listrik memerlukan pengetahuan tentang sifat-sifat elektrik dari ikan. Salah satu sifat elektrik ikan yang penting adalah tahanan listrik. Nilai tahanan listrik tergantung pada kondisi ikan, frekuensi aliran dan suhu. Tahanan listrik dari ikan hidup atau ikan yang baru mati sangat tinggi, tetapi kemudian menurun tajam selama proses perubahan setelah mati. Oleh karena itu, tingkat kesegaran ikan dapat diukur dengan menentukan tahanan listrik. Jaringan ikan segar memiliki tahanan listrik lebih tinggi dibandingkan dengan jaringan ikan yang telah dibekukan atau dilelehkan (*thawing*).

C. KOMPOSISI KIMIA DAN NILAI GIZI

Komposisi kimia ikan tergantung kepada spesies, umur, jenis kelamin dan musim penangkapan, serta ketersediaan pakan di air, habitat dan kondisi lingkungan. Kandungan protein dan mineral daging ikan relatif konstan, tetapi kadar air dan kadar lemak sangat berfluktuasi. Jika kandungan lemak pada daging semakin besar, kandungan air akan semakin kecil dan sebaliknya. Kandungan gizi beberapa spesies ikan dapat dilihat pada Tabel 1.1.

1. Air

Daging ikan laut mengandung air sekitar 50–85%, tergantung pada spesies dan status gizi dari ikan. Ikan dalam keadaan lapar, yaitu pada saat sedang bertelur, kehilangan simpanan energi pada jaringan sehingga meningkatkan kadar air daging. Di dalam otot atau jaringan yang lain, air berperan penting sebagai pelarut sehingga memungkinkan terjadinya reaksi-reaksi biokimia di dalam sel.

Air dalam daging ikan dibedakan atas air terikat dan air bebas. Disebut air terikat karena tertahan secara kuat oleh molekul-molekul hidrofilik, terutama protein dalam bentuk gel atau sol. Hidrasi protein tergantung pada sifat kepolaran (struktur dipole) dari molekul air dan adanya molekul protein berupa gugus fungsional aktif (amino, karboksil, hidroksil) dan peptida serta senyawa lain yang memiliki kemampuan melakukan adsorpsi air. Dipole air membentuk lapisan terhidrasi yang mengelilingi gugus aktif dan protein secara keseluruhan.

Tidak seperti halnya air bebas, air terikat bukanlah pelarut, membeku pada suhu jauh di bawah 0°C dan memerlukan panas lebih banyak untuk menguapkannya. Air bebas mungkin tidak bergerak (*immobile*) atau secara struktur memang bebas. Air tidak bergerak terdapat pada pori-pori mikro (*micro-pores*) atau kapiler mikro antara molekul-molekul fibrilar, struktur berserat dan membran sel. Air tertahan di dalam jaringan akibat tekanan osmotik dan adsorpsi oleh struktur sel yang merupakan jaringan membran protein dan serat. Secara struktur air bebas terdapat dalam ruang interselular serta dalam plasma darah dan limfa. Air bebas bertindak sebagai pelarut untuk senyawa-senyawa nitrogen ekstraktif dan garam-garam mineral yang terkandung di dalam daging ikan. Kandungan air yang bebas secara struktur dalam daging mentah untuk beberapa spesies ikan adalah sekitar 4,6–10,4%.

Jika daging ikan diberi perlakuan seperti pembekuan, pemanasan, pengeringan, variasi pH atau tekanan osmotik, perbandingan antara kedua jenis air mengalami perubahan dan kemudian menyebabkan terjadinya perubahan konsistensi. Ketika ikan dibekukan, tidak ada air yang hilang, tetapi hubungan air-protein terganggu, sebagai akibatnya pada saat daging dilelehkan menjadi kurang kompak dan lebih berair.

Tabel 1.1.
Kandungan Gizi Ikan

Jenis Pangan	BDD 100%	Kandungan Zat Gizi per 100 g BDD			
		Energi (kkal)	Protein (g)	Lemak (g)	Karbohidrat (g)
Ikan Air Tawar:					
Ikan mas	80	86	16,0	2,0	0,0
Belut air tawar	100	82	6,7	1,0	10,9
Ikan Bader (Tawes)	80	198	19,0	13,0	0,0
Ikan Laut:					
Balong	47	107	16,5	3,9	1,5
Bambangan	36	112	20,0	1,3	3,7
Bawal	80	96	19,0	1,7	0,0
Ekor kuning	80	109	17,0	4,0	0,0
Ikan hiu	49	89	20,1	0,3	0,0
Kacangan	64	77	15,6	0,9	1,6
Kakap	80	92	20,0	0,7	0,0
Kembung	80	103	22,0	1,0	0,0
Kepiting	45	151	13,8	3,8	14,1
Kerang	20	59	8,0	1,1	3,6
Kuro	52	87	16,0	2,2	1,0
Lais	62	161	11,9	11,5	2,4
Layang	80	109	22,0	1,7	0,0
Layur	49	82	18,0	1,0	0,4
Lemuru	80	112	20,0	3,0	0,0
Pepetek	100	176	32,0	4,4	0,0
Rebon	100	81	16,2	1,2	0,7
Selar	48	100	18,8	2,2	0,0
Sidat	100	81	11,4	1,9	3,0
Tembang	80	204	16,0	15,0	0,0
Teri	100	77	16,0	1,0	0,0
Ikan Tambak:					
Bandeng	80	129	20,0	4,8	0,0
Udang	68	91	21,0	0,2	0,1

Sumber: Anonimous, (2004).

2. Protein

Protein adalah komponen ikan yang sangat penting ditinjau dari sudut gizi dan biasanya terkandung sekitar 15–25% dari berat total daging ikan. Molekul protein terutama terdiri dari asam amino, yang merupakan senyawa organik yang mengandung satu atau lebih gugus amino dan satu atau lebih gugus karboksil. Hampir semua asam amino yang terdapat pada protein hewan juga terdapat pada protein daging ikan dan di antara asam-asam amino tersebut terdapat asam amino esensial, yaitu valin, histidin, isoleusin, lisin, leusin, methionin, threonin, triptofan, dan fenilalanin. Komposisi asam amino antar ikan tidak banyak berbeda. Akan tetapi, kandungan histidin pada ikan tuna, cakalang, tongkol dan kembung memiliki kandungan histidin yang jauh lebih besar dibandingkan dengan jenis-jenis ikan lainnya.

Berdasarkan kelarutannya, protein pada daging ikan dibedakan atas tiga kelas, yaitu protein larut air, protein larut garam dan protein tidak larut.

Protein larut air adalah protein sarkoplasma atau protein enzim, yang terdapat sekitar 20–30% dari protein total. Sarkoplasma juga larut dalam larutan garam netral dengan kekuatan ionik di bawah 0,15. Selain itu, protein sarkoplasma juga larut dalam larutan garam konsentrasi tinggi. Sebagian besar protein ini memiliki aktivitas enzimatis. Biasanya kandungan protein sarkoplasma pada ikan pelagis lebih tinggi dibandingkan dengan ikan dasar (demersal). Otolisis setelah ikan mati berkontribusi terhadap aktivitas enzimatis protein sarkoplasma. Secara tidak langsung otolisis mempengaruhi daya ikat air (*water holding capacity*) dari otot, tetapi berpengaruh secara nyata terhadap tekstur ikan masak dan kemampuan ikan membentuk gel. Di antara enzim-enzim sarkoplasma yang mempengaruhi mutu ikan adalah enzim glikolitik dan enzim hidrolitik lisosom.

Protein myofibrilar adalah protein larut dalam larutan garam netral dengan kekuatan ion cukup tinggi. Di dalam daging ikan, proporsi protein myofibrilar 65–75% dari seluruh protein daging. Protein myofibrilar terdiri dari myosin, actin, dan komponen minor lain. Protein myofibrilar berperan penting dalam kontraksi otot dari hewan hidup dan mendapat perhatian khusus dalam teknologi pemanfaatan ikan. Protein myofibrilar ikut berperan dalam kekakuan jaringan pada saat rigor mortis. Perubahan-perubahan protein ini menentukan kekakuan pada penyimpanan beku jangka panjang yang menyebabkan kekerasan dari daging. Protein myofibrilar bertanggung jawab terhadap plastisitas dan daya ikat air daging ikan, tekstur produk-

produk ikan serta sifat fungsional daging lumat dan homogenat, khususnya kemampuan membentuk gel.

Myosin merupakan 50–58% fraksi myofibrilar. Myosin ikan dibandingkan dengan myosin mamalia tidak berbeda sifat fisikokimia dan berat molekulnya, sedangkan myosin di antara spesies ikan tidak menunjukkan perbedaan nyata. Akan tetapi, antara myosin ikan dan mamalia ditemukan perbedaan besar dalam hal stabilitas dan aktivitas ATPase terhadap denaturasi. Myosin ikan lebih tidak stabil terhadap denaturasi oleh panas dan bahan kimia dari pada myosin mamalia, ayam, dan katak. Stabilitas panas dari myosin tampaknya berhubungan dengan suhu badan. Di antara spesies ikan berbeda, myosin ikan yang berasal dari perairan dingin lebih tidak stabil dibandingkan dengan denaturasi panas ikan dari perairan hangat.

Actin terdapat sekitar 15–20% dari jumlah total protein daging ikan. Ketika daging lumat diperlakukan dengan larutan garam netral, actin terekstraksi bersama-sama dengan myosin membentuk actomyosin. Kompleks ini tidak hanya menunjukkan karakteristik ATPase yang diaktivasi oleh Ca^{2+} seperti pada myosin, tetapi juga diaktivasi oleh Mg^{2+} .

Sejumlah protein lain yang terlibat di dalam pembentukan struktur myofibril dan terlibat dalam interaksi protein kontraksi yang berjumlah sekitar 10% dari fraksi myofibrilar terutama terdiri tropomyosin and troponin. Selain itu, pada myofibril juga terdapat protein elastis yang disebut connectin atau titin.

Protein tidak larut adalah stroma yang terdiri dari protein jaringan penghubung, yaitu kolagen dan elastin. Protein stroma tidak dapat di ekstrak dengan menggunakan air atau larutan garam. Jumlah rata-rata stroma dalam daging ikan adalah 2–3%, umumnya lebih sedikit dibandingkan dengan yang terdapat pada daging mamalia. Kandungan stroma pada daging gelap lebih banyak dibandingkan pada daging putih. Pada umumnya kandungan kolagen pada daging ikan adalah sekitar 1–12% dari protein kasar. Kolagen udang banyak mengandung residu triptofan. Kemunduran mutu ikan segar dan ikan beku dapat merupakan hasil dari perubahan post-mortem dari kolagen yang menyebabkan disintegrasi fillet selama penanganan dan pengolahan, sedangkan elastin adalah protein yang dapat membentuk serat elastis seperti karet merupakan penyusun utama ligamen pada mamalia. Di samping itu juga terdapat protein abductin yang memiliki sifat elastis seperti elastin,

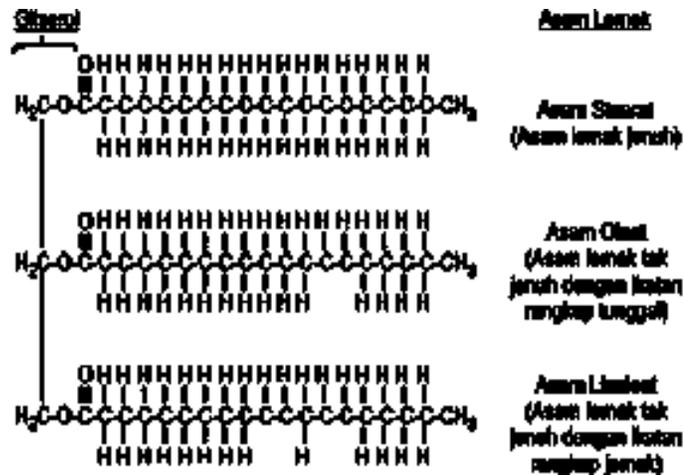
tetapi berbeda pada komposisi asam aminonya, yaitu mengandung glisin dan fenilalanin yang sangat tinggi.

3. Lipid

Ikan biasanya diklasifikasikan berdasarkan kandungan lipidnya. Lipid adalah kelompok komponen makanan yang biasanya dikenal sebagai fosfolipid, triasilgliserol, sterol, lilin, dan lainnya yang merupakan senyawa tidak larut air. Ikan digolongkan sebagai ikan berlemak rendah jika mengandung lipid kurang dari 2%; ikan berlemak sedang mengandung 2–5% lipid dan ikan berlemak tinggi mengandung lipid di atas 5%, dan bahkan ada ikan yang mengandung lipid sampai 20%, yaitu ikan lemuru dari selat Bali. Daging ikan yang masuk kelompok lemak rendah berwarna putih, sedangkan yang termasuk kelompok lemak tinggi berwarna putih sampai gelap. Variasi kandungan lipid sangat dipengaruhi oleh jenis kelamin, ukuran dan tahap siklus reproduksi. Daging kepiting dan udang kandungan lipidnya sangat rendah, bahkan kurang dari 1%.

Lemak dalam bentuk cair pada suhu kamar disebut minyak. Lipid yang banyak dijumpai pada lemak adalah triasilgliserol atau trigliserida, yang terdiri dari tiga asam lemak yang diesterifikasi terhadap gliserida sebagai penyanggah. Asam lemak penyusun trigliserida bervariasi dalam panjang rantai karbon dan derajat kejenuhan. Struktur trigliserida pada lipid dapat dilihat pada Gambar 1.2. Lipid pada ikan memiliki asam lemak omega-3 yang lebih tinggi dibandingkan dengan sumber lainnya. Asam lemak omega-3 memiliki kemampuan di dalam mengurangi risiko dari penyakit jantung. Energi umumnya disimpan dalam bentuk trigliserida.

Komposisi lipid ikan air tawar adalah berada antara mamalia daratan dan ikan laut. Ikan air tawar mengandung lebih banyak asam lemak tak jenuh omega-6, yaitu sekitar 15% dari asam lemak total, dan mengandung asam lemak omega-3 yang lebih sedikit dibandingkan ikan laut. Oleh karena itu, rasio asam lemak omega-3 terhadap asam lemak omega-6 dapat dipakai untuk membedakan antara ikan air tawar dan ikan laut, yaitu rasio masing-masing adalah 0,5–4 untuk ikan air tawar dan 5–15 untuk ikan laut. Lipid ikan hasil budidaya mengandung lebih banyak asam lemak omega-6 dan lebih sedikit asam lemak omega-3 dibandingkan dengan ikan yang hidup di alam bebas.



Gambar 1.2.
Struktur Triglicerida

Terdapat dua jenis asam lemak omega-3 penting, yaitu asam eikosapentanoat (C20:5) yang biasa dikenal dengan EPA (*eicosapentanoic acid*) dan asam dokosaheksanoat yang dikenal sebagai DHA (*docosahexanoic acid*). EPA adalah khas ditemukan pada alga laut, sedangkan DHA berasal dari zooplankton. Proporsi antara kedua jenis asam lemak tersebut sangat tergantung pada jenis makanan yang dikonsumsi oleh ikan.

Kandungan lipid ikan dapat menggambarkan suhu tempat hidupnya, ikan dari perairan dingin kandungan lipidnya dapat mencapai tiga kali dari yang terdapat pada perairan hangat. Pada individu ikan, kandungan lipid meningkat dari ekor ke kepala dengan peningkatan deposisi lemak pada perut dan daging merah. Beberapa jenis ikan kandungan lemaknya dipengaruhi oleh siklus bertelurnya. Pada ikan berlemak rendah, jumlah triglicerida yang disimpan dalam daging sedikit, tetapi sering hatinya mengandung lemak yang tinggi dan dapat dipakai sebagai sumber vitamin A dan D yang baik.

Lipid pada daging juga berkontribusi terhadap flavor dari ikan. Lipid sendiri memiliki sedikit rasa, tetapi peran pentingnya adalah kecenderungan untuk menghasilkan flavor yang tidak diinginkan akibat pengaruh dari lingkungan, seperti terjadinya ketengikan akibat reaksi oksidasi.

Kolesterol terdapat pada ikan, tetapi peranannya sebagai kolesterol dalam makanan termasuk rendah, khususnya pada ikan berlemak rendah. Pada ikan berlemak tinggi, seperti mackerel mungkin mengandung kolesterol sampai 95 mg/100g, seperti yang terdapat pada daging sapi. Bagi kita yang mengonsumsi minyak ikan, kekhawatiran mengonsumsi kolesterol yang tinggi tampaknya dapat dihiraukan karena penelitian menunjukkan bahwa kandungan kolesterol lipoprotein darah tidak meningkat secara nyata akibat adanya pengaruh dari adanya asam lemak omega-3.

Ikan dan beberapa *shellfish* (lobster dan kepiting) memakan binatang lain sehingga dapat diperkirakan bahwa sterol yang teridentifikasi adalah kolesterol, sedangkan moluska dan beberapa krustasea sangat menggantungkan makanannya pada organisme yang ada pada lingkungan airnya maka sebagian sterol yang ada merupakan sterol-nonkolesterol yang berasal dari tanaman alga. Dengan menggunakan teknik analisis yang baru ditunjukkan bahwa moluska hanya mengandung kolesterol 50 mg/100g, jauh lebih rendah dari tingkat kandungan yang diharapkan ada pada shellfish yang menyebabkan ada yang merekomendasikan untuk tidak menghindarkan shellfish pada menu makanannya.

Kandungan fosfolipid biasanya tidak lebih dari 1% berat jaringan. Fraksi fosfolipid relatif stabil, jumlah dan komposisinya tidak tergantung kepada makanan dan faktor-faktor lainnya.

4. Karbohidrat

Ikan mengandung karbohidrat dalam jumlah yang sangat rendah dibandingkan dengan tanaman. Karena kandungannya yang sangat kecil maka dapat diabaikan, tetapi memiliki konsekuensi yang sangat penting terhadap mutu ikan selama pengolahan. Sebagian besar karbohidrat di otot ikan adalah glikogen yang merupakan polimer glukosa. Otot dari ikan atau krustasea hidup mungkin mengandung 0,1–1,0% glikogen. Moluska mempunyai kandungan glikogen yang tinggi, biasanya sekitar 1–7%, tetapi bervariasi menurut musim dan menurun secara cepat setelah mati, khususnya selama stres dan meronta ketika ditangkap. Pada sebagian besar spesies, produk dekomposisi glikogen adalah glukosa, gula fosfat dan asam piruvat, serta asam laktat. Beberapa spesies moluska menghasilkan campuran alanin, asam suksinat, dan oktopin.

5. Energi

Perhitungan dengan menggunakan data komposisi ikan adalah cara yang paling mudah di dalam menentukan nilai energinya. Energi yang dihasilkan oleh 1 g lemak adalah 9 kkal, 1 g karbohidrat menghasilkan 3,75 kkal dan 1 g protein menghasilkan 4 kkal. Akan tetapi, jenis lipid pada ikan sering menghendaki modifikasi nilai kalorinya. Nilai energi bagian yang dapat dimakan dari berbagai spesies ikan pada umumnya berkorelasi dengan kandungan lipid. Ikan berlemak rendah mengandung sekitar 80 kkal per 100 g bagian yang dapat dimakan, ikan berlemak sedang 100 kkal/100g, dan ikan berlemak tinggi 150–225 kkal/100g.

Shellfish dan ikan berlemak rendah lebih tergantung terhadap sifat lipid dari pada kandungan lipid total untuk kontribusinya terhadap densitas kalori. Energi sterol lebih tinggi dibandingkan dengan energi fosfolipid dan monogliserida. Semakin tinggi lipid fosfolipid, semakin rendah kontribusi energi sebenarnya. Fosfolipid merupakan kandungan mayoritas lipid pada jaringan udang. Lemak daging cumi-cumi dan lobster memberikan kontribusi energi yang lebih rendah dibandingkan lemak daging tiram, kepiting dan udang penaeid. Kadar air yang lebih tinggi pada moluska dan krustasea dapat mengurangi kontribusi energinya dibandingkan dengan ikan.

6. Vitamin

Vitamin dalam jaringan ikan, walaupun terdapat dalam jumlah kecil tetapi merupakan regulator yang sangat penting bagi proses metabolik. Terdapat dua jenis vitamin pada ikan, yaitu vitamin larut air dan vitamin larut lemak. Kandungan vitamin ikan dipengaruhi oleh metode penanganan, pengolahan dan penyimpanan.

Vitamin larut air yang terdapat pada ikan adalah kompleks vitamin B₁ (thiamin, aneurin), B₂ (riboflavin), B₆ (adermin, piridoksin), B_c (asam folat), B₁₂ (sianokobalamin, kobalamin, vitamin antianemia, faktor pertumbuhan), B_T (karnitin), vitamin H (biotin) dan PP (asam nikotinat, niasin), inositol dan asam panthotenat, dan sejumlah kecil vitamin C (asam askorbat, faktor anti-scorbutik). Vitamin B₁₂ ikut berperan di dalam proses biosintesa protein.

Vitamin larut lemak pada ikan adalah vitamin A (vitamin anti-xerophthalmic, vitamin pertumbuhan), vitamin D₃ (vitamin anti-rachitic) dan vitamin E (tocopherol, faktor anti-sterility). Kandungan vitamin A ikan jauh lebih banyak dibandingkan hewan lainnya sehingga dapat dipakai sebagai sumber vitamin A.

Distribusi vitamin di dalam tubuh ikan tidak seragam, kandungan paling tinggi biasanya terdapat pada organ internal dibandingkan dengan pada otot. Pernyataan ini sangat benar terutama untuk vitamin larut lemak yang tidak ditemukan pada daging ikan. Vitamin A tidak ditemukan pada daging ikan berlemak rendah dan terdeteksi dalam jumlah kecil pada daging ikan berlemak tinggi. Vitamin A pada ikan terutama terdapat pada hati dan dalam jumlah sedikit terdapat pada *pyrolic caeca* dan usus. Kulit ikan mengandung vitamin A yang lebih tinggi dibandingkan yang terdapat pada daging. Krustasea dan moluska mengandung vitamin A yang cukup tinggi. Daging gelap biasanya mengandung vitamin B₁, B₂, B₁₂ dan C yang lebih tinggi dibandingkan dengan daging biasa.

Vitamin B pada ikan cukup resisten terhadap faktor-faktor fisik dan kimiawi, dan sebagian besar terlindungi selama pengolahan menggunakan metode yang biasa digunakan. Ketika ikan dimasak, banyak vitamin larut air terlepas ke dalam air pemasak. Vitamin A cukup stabil terhadap panas sepanjang tidak terdapat oksigen dalam medium pengolahan, tetapi apabila ada oksigen vitamin A akan rusak karena oksidasi.

7. Mineral

Kandungan total mineral pada daging mentah ikan dan invertebrata adalah 0,6–1,5%. Komponen mineral yang terkandung dalam makanan dibedakan atas makroelemen dan mikroelemen.

Kandungan makroelemen dalam daging ikan dan invertebrata laut (dalam mg/100g) adalah natrium: 25–620, kalium: 25–710, magnesium: 10–230, kalsium: 5–750, besi: 0,01–50, fosfor: 9–1100, sulfur: 100–300 dan chlorin: 20–500.

Mineral mikroelemen penting yang terdapat pada ikan adalah fluoride (1–4 µg/g), iodin (ikan laut: 0,3–3,0 µg/kg dan ikan air tawar: 0,02–0,04 µg/g), selenium (0,7 µg/g), copper (0,7–79,3 µg/g), zinc (4,6–844 µg/g), chromium (0,1 µg/g), cobalt (0,2–1,5 µg/g), dan molybdenum (0–3,0 µg/g).

8. Logam Berat

Walaupun beberapa mineral ini ditemukan secara alami pada tingkat yang berpotensi menimbulkan keracunan, tetapi belum ada efek membahayakan yang ditunjukkan. Hal ini telah diperlihatkan dalam hubungannya dengan bentuk kimianya (misalnya kompleks organik) yang belum siap untuk diasimilasi oleh manusia, oleh karena itu, dipandang tidak

berbahaya. Logam berat yang banyak mendapat perhatian adalah merkuri, arsenat, cadmium, dan timbal.

Merkuri secara alami terdapat di alam serta di binatang dan jaringan tanaman. Mikroorganisme perairan menyebabkan metilasi merkuri yang menghasilkan metilmerkuri, dan senyawa tersebut akan terdapat pada ikan yang berasal dari perairan tersebut. Penelitian menunjukkan bahwa kandungan merkuri pada ikan laut yang berasal dari perairan belum terpolusi sekitar 1–2 ppm. Secara alami merkuri terdapat pada air laut sebesar 0,03–0,3 ppb. Arsenat di ikan terikat dalam kompleks organik yang tidak berbahaya. Arsenat terdapat pada air laut 2–5 ppb dan pangan yang berasal dari laut memiliki kandungan yang lebih tinggi. Hasil analisis menunjukkan ikan mengandung arsenat 2–8 ppm, tiram 3–10 ppm, kerang 120 ppm, dan udang 42–174 ppm. Cadmium terdapat pada tiram sebanyak 3–4 ppm dan dipercaya setelah diserap di dalam tubuh manusia kemudian membentuk kompleks dengan metallothionein, protein yang melakukan detoksifikasi cadmium. Timbal tidak diabsorpsi atau dikonsentratkan oleh ikan sehingga tidak memiliki potensi yang membahayakan bagi manusia.

Sumber utama yang dapat menyebabkan logam berat mencapai tingkat yang membahayakan adalah polusi, biasanya berasal dari limbah industri yang dibuang ke teluk atau sungai. Keracunan merkuri pernah mendapat perhatian Internasional setelah penduduk Minamata, Jepang pada tahun 1950-an menderita sakit sebagai akibat konsumsi ikan dari teluk Minamata yang pada saat itu terpolusi berat oleh merkuri.

9. Toksin Organik

Ichthyotoxism adalah keracunan ikan akibat mengonsumsi jaringan ikan yang mengandung racun. Racun atau toksin tersebut tidak musnah akibat panas atau pengolahan. Ikan buntal mengandung tetrodotoksin yang merupakan racun sangat mematikan apabila dikonsumsi sehingga memerlukan keahlian untuk memasaknya.

Ikan karang, seperti ikan kerapu memiliki potensi menyebabkan keracunan ciguatera yang menyerang syaraf dan saluran pencernaan. Ikan tersebut telah makan ikan-ikan herbivora yang telah mengonsumsi alga atau dinoflagelata sebagai asal toksin. Beberapa ikan dan kekerangan mengkonsentratkan toksin yang berasal dari plankton yang dikonsumsi. *Paralytic shellfish poisoning* (PSP) adalah keracunan yang timbul akibat mengonsumsi kerang yang dipanen pada saat terjadi *red tide*, yaitu

dinoflagellata (biasanya *Gonyaulax*) tumbuh melimpah karena kondisi lingkungan yang sangat mendukung. Toksin (yaitu saksitoksin) tidak mempengaruhi moluska yang mengakumulasi senyawa mematikan ini, tetapi dapat menyebabkan kematian manusia akibat gangguan pernapasan setelah mengonsumsi moluska tersebut. Untungnya moluska biasanya akan membersihkan sendiri racun yang terakumulasi di tubuhnya bersamaan dengan hilangnya *red tide*.



LATIHAN

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakanlah latihan berikut!

- 1) Faktor apa saja yang mempengaruhi komposisi kimia dan nilai gizi ikan?
- 2) Sebutkan dan jelaskan karakteristik ikan yang perlu dipahami dalam rangka pemanfaatan ikan sebagai bahan baku pengolahan hasil perikanan?
- 3) Apakah ciri-ciri fisik bentuk-bentuk ikan sebagai berikut: bentuk torpedo, bentuk panah memanjang, bentuk Pipih dan bentuk seperti ular? Beri contoh untuk masing-masing bentuk ikan tersebut!
- 4) Jelaskan mengapa minyak ikan sangat bermanfaat bagi kesehatan manusia?
- 5) Beberapa jenis ikan secara alami memang tidak aman untuk dikonsumsi karena mengandung racun atau toksin. Coba jelaskan fenomena tersebut!

Petunjuk Jawaban Latihan

Untuk menjawab soal-soal latihan, Anda harus mempelajari Kegiatan Belajar 1 tentang Ikan Sebagai Bahan Baku, yang meliputi berikut ini.

- 1) Struktur tubuh ikan.
- 2) Sifat fisik ikan.
- 3) Komposisi kimia dan nilai gizi ikan.



Produksi perikanan Indonesia berasal dari kegiatan perikanan tangkap dan perikanan budidaya. Sampai saat ini produksi perikanan tangkap lebih dominan dibandingkan produksi perikanan budidaya.

Karakteristik ikan yang perlu dipahami dalam rangka menjadikan ikan sebagai bahan baku pengolahan hasil perikanan adalah spesiesnya beragam, pasokannya tidak konsisten, dan umur simpannya pendek.

Secara umum struktur tubuh ikan terdiri dari kulit, organ bagian dalam, tulang, dan otot atau daging. Proporsi untuk masing-masing bagian struktur tubuh ikan bervariasi tergantung dari jenis atau spesies ikan.

Sifat fisik ikan perlu dikuasai untuk memecahkan segala permasalahan yang berhubungan dengan transportasi, penyimpanan dan pengolahan ikan. Sifat-sifat fisik yang perlu diketahui antara lain bentuk, ukuran, berat spesifik, berat kamba, sudut natural repose, sudut luncur dan koefisien gesek, tekstur, panas spesifik, konduktivitas panas, difusi suhu, dan sifat-sifat elektrik.

Komposisi kimia ikan tergantung kepada spesies, umur, jenis kelamin dan musim penangkapan, serta ketersediaan pakan di air, habitat dan kondisi lingkungan. Kandungan protein dan mineral daging ikan relatif konstan, tetapi kadar air dan kadar lemak sangat berfluktuasi.

Berdasarkan kelarutannya protein ikan dibedakan atas protein larut air (protein sarkoplasma), protein larut garam (protein myofibrilar) dan protein tidak larut (protein stroma)

Lipid pada ikan mengandung dua jenis asam lemak omega-3 penting, yaitu asam eikosapentanoat (C20:5) atau EPA (*eicosapentanoic acid*) dan asam dokosaheksanoat atau DHA (*docosahexanoic acid*)

Keracunan akibat mengonsumsi jaringan ikan yang mengandung racun (toksin) disebut *Ichthyotoxism*. Racun yang secara alami dapat ditemukan pada hasil perikanan adalah tetrodotoksin dan saksitoksin.

**TES FORMATIF 1** _____

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

- 1) Berikut adalah karakteristik ikan yang perlu dipahami dalam pemanfaatan ikan sebagai bahan baku pengolahan hasil perikanan, *kecuali*
 - A. hidup di air
 - B. keragaman spesies
 - C. pasokan yang tidak konsisten
 - D. daya simpannya pendek

- 2) Antara bagian dermis dan epidermis pada kulit terdapat sejumlah sel pigmen yang terutama mengandung
 - A. karotenoid
 - B. melanin
 - C. khlorofil
 - D. jawaban A dan B benar

- 3) Jika sejumlah ikan ditumpahkan pada permukaan horizontal akan membentuk kerucut dengan kemiringan tertentu yang disebut
 - A. sudut luncur
 - B. sudut natural repose
 - C. koefisien gesek
 - D. berat spesifik

- 4) Sebagian besar karbohidrat yang terdapat di otot ikan adalah
 - A. glukosa
 - B. fruktosa
 - C. glikogen
 - D. sukrosa

- 5) Keracunan ikan akibat mengonsumsi jaringan ikan yang mengandung racun disebut
 - A. *ichthyotoxism*
 - B. *tetrodoxin*
 - C. *saxitoxin*
 - D. *mycotoxin*

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif 1 yang terdapat di bagian akhir modul ini. Hitunglah jawaban yang benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Belajar 1.

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{Jumlah Jawaban yang Benar}}{\text{Jumlah Soal}} \times 100\%$$

Arti tingkat penguasaan: 90 - 100% = baik sekali

80 - 89% = baik

70 - 79% = cukup

< 70% = kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan dengan Kegiatan Belajar 2. **Bagus!** Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 1, terutama bagian yang belum dikuasai.

KEGIATAN BELAJAR 2

Kemunduran Mutu Ikan

Mutu ikan yang digunakan sebagai bahan baku di dalam pengolahan sangat berpengaruh terhadap kelancaran proses pengolahan dan berpengaruh juga terhadap mutu produk yang dihasilkan. Semakin tinggi mutu ikan yang digunakan dapat diperkirakan bahwa proses pengolahan akan berjalan semakin lancar dan peluang untuk menghasilkan produk bermutu tinggi akan semakin besar. Oleh karena itu, syarat utama yang pertama kali harus dipenuhi dalam proses pengolahan ikan adalah tersedianya bahan baku ikan bermutu tinggi. Hal yang hampir pasti tidak akan dapat diperoleh adalah menghasilkan produk olahan bermutu tinggi dengan menggunakan bahan baku ikan bermutu rendah. Selain itu, sampai saat ini belum ada teknologi yang dapat menjadikan ikan bermutu rendah diubah atau ditingkatkan mutunya menjadi ikan bermutu tinggi. Dengan menggunakan teknologi yang ada, hal yang dapat dilakukan terhadap mutu ikan adalah mempertahankan mutu ikan jangan sampai menurun atau berkurang tingkat kesegarannya. Hal ini sangat penting untuk diperhatikan, mengingat ikan termasuk salah satu bahan yang mudah sekali rusak atau busuk. Iklim tropis Indonesia dengan suhu dan kelembaban yang tinggi sangat mendukung terhadap proses pembusukan ikan sehingga memungkinkan kerusakan ikan berlangsung dengan cepat bila tidak ada upaya untuk menghambatnya.

Proses pembusukan ikan dapat berlangsung lebih cepat apabila (1) cara pemanenan atau penangkapan tidak dilakukan dengan benar; (2) cara penanganan tidak mempraktikkan cara penanganan ikan yang baik; (3) sanitasi dan higiene tidak memenuhi persyaratan; dan (4) fasilitas penanganan dan pengolahan tidak memadai. Faktor-faktor tersebut di atas sering secara sadar atau tidak sadar kurang diperhatikan. Penanganan awal yang baik tampaknya sangat menentukan terhadap mutu ikan segar yang dihasilkan. Sayangnya banyak nelayan atau pembudidaya ikan kurang menyadari tentang hal tersebut sehingga sering kali ikan yang setelah ditangkap atau dipanen tidak diupayakan secara optimal untuk mencegah penurunan mutunya, misalnya dengan pemberian es yang cukup. Sering ikan di-es, tetapi jumlahnya tidak sebanding dengan jumlah ikan yang diawetkan. Kondisi iklim Indonesia dengan suhu harian yang tinggi ($25-32^{\circ}\text{C}$) dan

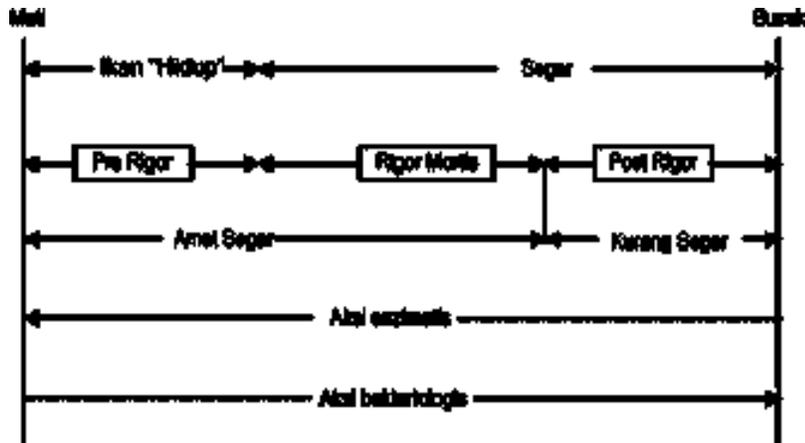
kelembaban tinggi (70–90%) menyebabkan ikan tersebut cepat rusak. Tanpa penanganan yang baik hanya dalam waktu 10–12 jam ikan sudah busuk.

Untuk itu, pengetahuan tentang kemunduran kesegaran dan pembusukan ikan perlu dipahami, termasuk cara penilaian terhadap kesegaran ikan. Pada dasarnya mutu ikan segar dapat dilihat dari aspek kesegaran dan pembusukan. Dengan memahami bagaimana ikan membusuk dan cara penilaiannya akan sangat bermanfaat, terutama untuk menentukan tindakan apa, bagaimana dan kapan harus dilakukan upaya agar ikan tetap segar dan bermutu tinggi.

Daging ikan mengalami serangkaian perubahan setelah kematian ikan sampai daging ikan tersebut busuk dan tidak dapat dimanfaatkan sebagai bahan pangan. Perubahan tersebut terutama disebabkan oleh sistem enzim atau mikroorganisme yang terdapat pada ikan. Proses penurunan mutu ikan segar diawali dengan proses perombakan oleh aktivitas enzim yang secara alami terdapat di dalam ikan, proses ini disebut proses kemunduran mutu kesegaran ikan. Proses tersebut berlangsung hingga tahap tertentu, kemudian disusul dengan makin berkembangnya aktivitas mikroba pembusuk, proses ini dikenal dengan proses pembusukan.

A. KEMUNDURAN KESEGARAN IKAN

Apabila ikan setelah ditangkap atau dipanen yang kemudian mati tidak ditangani dengan cepat menggunakan alat dan peralatan yang saniter dan higienis serta tidak segera menurunkan suhu ikan maka ikan akan mengalami penurunan mutu yang akhirnya menjadi busuk. Kemunduran kesegaran ikan disebabkan oleh tiga jenis aktivitas, yaitu reaksi autolisis, reaksi kimiawi, dan aktivitas mikroorganisme. Berdasarkan kepada penyebab penurunan mutu kesegaran ikan tersebut, tahapan penurunan mutu kesegaran ikan digolongkan menjadi 3 tahapan, yaitu pre rigor, rigor mortis, dan post rigor (Gambar 1.3).



Sumber: Noguchi, (1972).

Gambar 1.3.
Diagram Proses Kemunduran Mutu Ikan Segar

1. Reaksi Autolisis dan Reaksi Kimiawi

Di dalam jaringan tubuh ikan yang masih hidup sudah terdapat enzim. Enzim menguraikan protein, lemak dan karbohidrat menjadi energi. Penurunan kesegaran ikan setelah ikan mati yang disebabkan oleh reaksi enzimatik berlangsung pada tahap pre-rigor dan rigor mortis. Perubahan awal yang terjadi ketika ikan mati adalah peredaran darah berhenti sehingga pasokan oksigen untuk kegiatan metabolisme berhenti menyebabkan aktivitas penurunan mutu ikan di dalam otot ikan berlangsung dalam kondisi anaerobik. Pada saat tersebut ikan berada pada tahap pre-rigor, yang hilang bersamaan dengan matinya ikan adalah sistem kendali. Akibatnya, proses enzimatik berjalan tanpa kendali yang mengakibatkan perubahan biokimia yang luar biasa.

Salah satu tanda tersebut adalah ikan mulai melepaskan lendir yang cair, bening atau transparan yang menyelimuti seluruh tubuh ikan dan proses ini disebut *hiperemia* yang berlangsung 2–4 jam. Makin lama pelepasan lendir makin banyak dan lendir ini menjadi media ideal bagi pertumbuhan bakteri pembusuk dan untuk penetrasi ke dalam tubuh ikan.

Beberapa saat kemudian tubuh ikan menjadi kaku (*rigor mortis*) akibat berbagai reaksi biokimia. Biasanya proses ini berlangsung sekitar 5 jam.

Selama berada dalam tahap rigor mortis ini, ikan masih dalam keadaan sangat segar. Ini berarti bahwa apabila rigor mortis dapat dipertahankan lebih lama maka proses pembusukan dapat ditekan.

Ketika ikan mati, senyawa organik di dalam otot terdekomposisi oleh enzim yang masih aktif di dalam jaringan. Pada tahap awal senyawa yang terhidrolisa paling cepat adalah karbohidrat dalam daging, yaitu dalam bentuk glikogen dihidrolisa menjadi asam laktat yang akumulasinya di dalam otot menyebabkan penurunan pH dan besarnya penurunan pH tergantung pada jumlah glikogen yang terdapat di dalam otot. Ketika ikan masih hidup terdapat pasokan O_2 , dan karbohidrat tersebut dibakar menghasilkan karbondioksida dan air. Oleh karena ikan mati dalam keadaan meronta-ronta, sebagian glikogen berkurang sehingga akumulasi asam laktat dalam otot tidak banyak. Ikan hidup mempunyai nilai pH daging sekitar 7,0 dan setelah mati turun menjadi pH 5,8 hingga 6,2. Pada gilirannya, kejadian ini memstimulasi enzim-enzim yang menghidrolisa fosfat organik. Fosfat yang pertama kali terurai adalah fosfat kreatin dengan membentuk kreatin dan asam fosfat, yang kemudian diikuti oleh terurainya adenosin trifosfat (ATP) membentuk adenosin difosfat (ADP) dan asam fosfat.

Penguraian ATP tersebut menghasilkan energi yang besar di dalam jaringan otot sehingga mengakibatkan berkontraksinya otot (aktin dan miosin) dan akhirnya otot menjadi kaku dan tidak dapat kembali ke sifat semula. Pada tahap ini ikan memasuki tahap kekejangan (rigor mortis).

Dengan turunnya pH, enzim-enzim dalam jaringan otot yang aktivitasnya berlangsung pada pH rendah menjadi aktif. Katepsin, yaitu enzim proteolitik yang berfungsi menguraikan protein menjadi senyawa sederhana, merombak struktur jaringan protein otot menjadi lebih longgar sehingga rentan terhadap serangan bakteri. Demikian pula enzim lain yang ada dalam organ tubuh ikan, misalnya dalam perut, melakukan aktivitas yang sama. Hal ini mengakibatkan daging ikan menjadi agak lunak. Fase perombakan jaringan oleh enzim dalam tubuh ikan ini disebut dengan *autolisis*. Ikan dalam fase autolisis ini sering masih dianggap cukup segar dan layak dimakan. Meskipun demikian, fase ini merupakan fase transisi antara segar dan busuk.

Dalam fase tersebut perubahan mutu ikan mulai dapat diamati penampilannya. Pada tahap pre-rigor ikan masih memiliki rupa, bau, rasa dan tekstur menyerupai ikan yang baru mati dan mendekati kondisi ikan hidup. Otot ikan masih lentur sehingga tubuh ikan lemas dan lentur. Makin lama

ikan menjadi lebih suram dan kurang cemerlang. Daging mulai lembek dan kemampuan daging untuk menahan air mulai menurun. Mata ikan mulai kemerahan atau buram. Bau ikan yang semula segar dan harum mulai berubah menjadi amis. Walau demikian, selama aktivitas enzimatis masih berlangsung, ikan masih tergolong segar.

Meskipun demikian, selain menimbulkan hal-hal yang tidak diinginkan, proses enzimatis di atas dalam batas tertentu justru menguntungkan. Penguraian ATP menjadi AMP (adenosine monofosfat) atau IMP (inosine monofosfat) akan menghasilkan rasa gurih karena kedua senyawa tersebut termasuk *flavour enhancer* (pemberi rasa sedap) dan jumlahnya mencapai maksimum pada puncak rigor mortis. Pada tahap lebih lanjut autolisis menghasilkan senyawa-senyawa hipoksantin yang menyebabkan rasa pahit. Terurainya protein menjadi asam amino tertentu juga memberikan rasa lezat, misalnya asam glutamate yang gurih atau glisin yang manis. Asam amino bebas seperti itu sebenarnya sudah ada dalam daging ikan sejak ikan hidup, terutama ikan laut.

Reaksi kimiawi yang terjadi selama proses kemunduran kesegaran ikan adalah penguraian lemak oleh aktivitas enzim jaringan tubuh dan enzim yang dihasilkan oleh bakteri serta berlangsung akibat oksidasi dengan adanya oksigen menjadi asam lemak. Akibat dari reaksi ini adalah terjadinya ketengikan, perubahan warna daging menjadi pucat yang mengarah pada rasa, bau, dan perubahan lain yang tidak dikehendaki.

Di dalam hubungannya dengan pengawetan, harus diusahakan memperpanjang waktu pre-rigor dan rigor mortis yang merupakan faktor sangat penting dalam kaitannya untuk mempertahankan kesegaran ikan. Ikan yang berada dalam kondisi pre-rigor dan rigor mortis sangat disukai tidak hanya dapat dimakan dalam keadaan mentah, tetapi juga sangat baik digunakan untuk bahan baku pengolahan produk perikanan. Ikan yang telah memasuki tahap perubahan tekstur menjadi empuk walaupun proses pembusukan belum terjadi jika diolah tidak akan menghasilkan produk dengan mutu dan rendemen seperti yang diharapkan.

2. Aktivitas Mikroorganisme

Mikroorganisme dominan yang berperan penting di dalam proses penurunan kesegaran ikan adalah bakteri. Pada umumnya daging ikan yang masih segar adalah steril, bakteri dapat ditemukan di permukaan kulit, insang dan saluran pencernaan. Setelah ikan mati, bakteri yang terkonsentrasi pada

ketiga tempat tersebut secara perlahan-lahan berpenetrasi dan bergerak aktif menyebar ke seluruh jaringan dan organ ikan yang tadinya steril mulai dijadikan tempat berkembangbiaknya bakteri. Dekomposisi berjalan intensif, khususnya setelah ikan melewati fase rigor mortis, pada saat jaringan otot longgar dan jarak antarserat diisi oleh cairan. Walaupun bakteri mampu menguraikan protein, tetapi substrat yang paling baik adalah produk-produk hidrolitik hasil proses autolisis, seperti asam amino dan senyawa-senyawa nitrogen non-protein (trimetilamin oksida/TMAO, histidin, urea). Ikan laut yang mengandung senyawa-senyawa nitrogen non-protein lebih banyak dibandingkan dengan ikan air tawar, memerlukan waktu yang lebih singkat untuk proses dekomposisi.

Dekomposisi protein oleh bakteri merubahnya menjadi asam-asam amino. Pada tahap selanjutnya asam-asam amino mengalami deaminasi dan dekarboksilasi yang membentuk senyawa-senyawa lebih sederhana oleh enzim-enzim spesifik dari mikroba. Produk hasil dekomposisi yang paling sering digunakan untuk menduga tingkat kesegaran ikan adalah amonia dan monoamin yang paling sederhana (metilamin, dimetilamin, trimetilamin) yang lebih dikenal sebagai basa-basa menguap; senyawa sulfur menguap H_2S dan merkaptan berupa metil merkaptan dan etil merkaptan); dan senyawa-senyawa siklis (alkohol, amin). Akumulasi basa-basa menguap, senyawa-senyawa sulfur, alkohol aromatik menguap (fenol, kresol), dan senyawa-senyawa heterosiklik (indol dan skatol) bertanggung jawab terhadap timbulnya bau yang tidak dikehendaki pada ikan. Di samping itu, monoamin skilik (histamin dan fenilatilamin), diamin (putrscin dan kadaverin), basa oksiamonium (neurin) dan fenol, kresol, indol dan skatol adalah senyawa-senyawa beracun yang dapat menyebabkan keracunan makanan.

Asam nukleat pada nukleoprotein membentuk hypoxanthine dan xanthine yang pada kondisi yang cocok berubah menjadi amonia dan karbondioksida. Dekomposisi lipoprotein menyebabkan lipid terurai lebih lanjut. Jika ini terjadi komponen utama fosfatida lesitin, yaitu kholin menghasilkan monoamin sederhana dan senyawa oksiamonium beracun, yaitu ptomain.

Perubahan paling penting terhadap senyawa-senyawa nitrogen non-protein adalah berkurangnya trimetilamin oksida menjadi terimetilamin, dekarboksilasi histidin menjadi senyawa beracun histamin dan dekomposisi urea menghasilkan amonia bebas. Tidak hanya protein dan senyawa-senyawa nitrogen lainnya di dekomposisi oleh bakteri, tetapi juga termasuk lemak. Ini

melibatkan hidrolisis trigliserida dan oksidasi lemak membentuk peroksida, aldehid, keton dan asam-asam lemak. Akan tetapi, proses ini lebih lambat dibandingkan dengan dekomposisi senyawa-senyawa nitrogen.

Sejak saat tersebut penguraian protein, lemak dan senyawa lainnya hingga terbentuk senyawa-senyawa yang menyebabkan perubahan bau, rasa, dan penampakan serta bersifat racun yang pada akhirnya jika terakumulasi dalam jumlah yang tinggi ikan akan dinyatakan busuk. Penguraian protein menyebabkan kandungan nitrogen non-protein di dalam ikan meningkat. Lebih lanjut akumulasi basa nitrogen juga menyebabkan daging ikan menjadi lebih alkali sehingga meningkatkan nilai pH-nya.

B. PEMBUSUKAN IKAN

Kecepatan pembusukan ikan sangat tergantung kepada jumlah awal mikroorganisme yang terdapat di dalam lendir pada permukaan ikan, cara mematikan, tingkat ketidaknyamanan dari ikan ketika masih hidup dan faktor-faktor lainnya. Jika lingkungan sesuai bagi mikroorganisme, mereka akan berkembang secara cepat sehingga jumlahnya perlu diperhitungkan dalam hubungannya dengan proses pembusukan ikan. Pada suhu rendah, jumlah mikroorganisme yang rendah pada ikan segar dapat dipertahankan. Pencucian untuk menghilangkan lendir permukaan ikan segera setelah ikan ditangkap atau dipanen dan kemudian disimpan dalam peti atau palka ikan yang bersih adalah praktik yang sebaiknya dilakukan. Kecepatan proses pembusukan sangat tergantung pada jenis ikan. Pada suhu rendah, perbedaan kecepatan pembusukan antarjenis ikan tidak terlihat nyata, tetapi pada suhu yang lebih tinggi beberapa jenis ikan membusuk lebih cepat dibandingkan dengan lainnya.



Gambar 1.4.

Ikan Segar yang Mutunya akan Cepat Menurun apabila Tidak Diawetkan

Otot ikan cucut mengandung urea yang tinggi kemudian diubah menjadi amonia dan menyebabkan otot menunjukkan alkalinitas yang kuat walaupun pada kebusukan yang ringan. Cumi-cumi mengandung trimetilamin oksida yang dirombak menjadi trimetilamin dan menyebabkan otot menjadi alkalin. Sebaliknya, ikan daging merah, seperti lemuru, mackerel, dan tuna memiliki kandungan trimetilamin oksida yang rendah, tetapi mengandung glikogen relatif tinggi yang membuat otot menjadi asam setelah ikan mati.

Pada jenis ikan yang sama, ikan berukuran lebih kecil akan membusuk lebih cepat karena kondisi fisiknya yang rapuh dan kandungan air dalam jaringan yang lebih tinggi. Ikan yang baru bertelur memiliki kandungan air yang tinggi. Ikan yang perutnya kenyang akan mudah pecah selama penanganan yang kemudian menyebabkan pembusukan dari dalam tubuh ikan. Ikan dengan perut yang kosong akan dapat dipertahankan mutu kesegarannya dari proses pembusukan untuk waktu yang lebih lama.

Bakteri akan tumbuh pada selang suhu yang lebar, yaitu antara 0–45°C. Di dalam air, suhu kehidupannya meningkat antara 25–35°C. Enzim yang berperan pada proses autolisis akan bekerja dengan baik pada suhu 40–45°C

untuk ikan laut dan 23–27°C untuk ikan air tawar. Pada suhu di bawah 10°C, pertumbuhan bakteri menurun secara nyata. Akan tetapi, begitu proses pembusukan telah mulai terjadi, peningkatan jumlah mikroba tidak begitu terpengaruh oleh perlakuan penurunan suhu dan pendinginan tidak akan menunjukkan hasil yang memuaskan. Oleh karena itu, pendinginan sebaiknya dilakukan secepatnya setelah ikan di tangkap atau dipanen.

Mikroorganisme menyerang tubuh ikan tidak hanya dari permukaan, tetapi juga dari bola mata, insang, dan isi perut. Pembuangan organ tersebut dan pencucian badan ikan dengan air secara baik akan menghambat proses awal pembusukan. Penetrasi mikroba ke dalam daging ikan dan proses dekomposisi secara perlahan-lahan senyawa-senyawa nitrogen mulai terjadi hampir secara simultan dengan autolisis (proteolisis). Akan tetapi, kecepatan dan intensitasnya tergantung pada suhu. Pada suhu rendah, aktivitas bakteri dihambat, dan proses autolitik terjadi lebih intensif dibandingkan dengan dekomposisi bakteri, sebaliknya pada suhu yang tinggi dekomposisi bakterial menjadi lebih dominan.

Kandungan kimia yang dominan pada saat busuk untuk ikan bertulang, ikan bertulang rawan dan ikan air tawar berbeda. Pembusukan pada ikan bertulang diikuti dengan pembentukan amin dalam jumlah besar, khususnya trimetilamin (sebagai hasil dari reduksi trimetilamin oksida), sedangkan basa menguap yang dominan pada ikan air tawar adalah amonia (sebagai hasil proses deaminasi asam-asam amino). Terbentuknya trimetiamin adalah merupakan ciri untuk ikan bertulang rawan, yang tidak ditemukan dalam jumlah yang tinggi pada ikan bertulang yang hidup di laut. Seperti yang telah diterangkan sebelumnya, ciri khas ikan bertulang rawan, seperti ikan cucut, adalah terdapatnya amonia dalam jumlah yang besar sebagai akibat dekomposisi urea.

C. PENILAIAN KESEGARAN IKAN

Penilaian kesegaran ikan dapat dilakukan secara kimiawi, mikrobiologis, fisik dan organoleptik. Penilaian secara kimiawi, mikrobiologis, dan fisik biasanya memerlukan waktu untuk mengetahui hasil analisisnya.

1. Penilaian Kimiawi

Analisis yang dapat dilakukan untuk penilaian kesegaran ikan secara kimiawi adalah penentuan trimetilamin (TMA), *total volatil base* (TVB),

xanthine oxidase test, dan K-value. Trimetilamin $N(CH_3)_3$ memiliki bau seperti amonia yang merupakan hasil dekomposisi trimetilamin oksida dari aktivitas mikroorganisme. Basa menguap yang diukur di dalam penentuan TVB terutama adalah amonia dan trimetilamin. Pada ikan air tawar, TVB yang diukur hampir semuanya adalah amonia. Pada ikan laut berduri, jumlah amonia sebanding atau sedikit lebih banyak dibandingkan dengan trimetilamin, sedangkan pada ikan bertulang rawan, kandungan amoniannya jauh lebih banyak dibandingkan dengan trimetilamin.

Xanthine oxidase test digunakan untuk mengukur hipoksantin yang terbentuk selama proses penurunan mutu ikan dari hasil degradasi ATP secara bertahap. Pengukuran hipoksantin memberikan indikasi yang baik terhadap perubahan-perubahan awal post mortem di dalam daging ikan, sedangkan K-value telah secara luas digunakan sebagai indeks untuk menentukan kesegaran ikan di Jepang. K-value adalah menyatakan rasio konsentrasi inosin dan konsentrasi hipoksantin terhadap jumlah total konsentrasi ATP dan produk-produk hasil degradasinya.

2. Penilaian Mikrobiologis

Mutu bakteriologi dan tingkat pembusukan dapat diperkirakan dengan menentukan jumlah total bakteri yang ada pada ikan. Seperti yang telah dibahas sebelumnya bahwa secara umum dapat diterima bahwa aktivitas mikrobiologis adalah termasuk penyebab utama pembusukan pada ikan. Oleh karena itu, hasil penentuan jumlah bakteri secara langsung menunjukkan indeks kesegaran ikan. Akan tetapi, pada umumnya penentuan jumlah bakteri dengan menggunakan metode *total plate count* (TPC), yaitu dengan menumbuhkannya pada *nutrient agar* memerlukan waktu sekurang-kurangnya 2–3 hari. Analisis yang memakan waktu ini sudah tentu tidak sesuai bila ditujukan untuk penentuan mutu kesegaran secara cepat.

Penentuan jumlah bakteri seringnya dilakukan pada suhu 35–37°C, walaupun diketahui bahwa mikroflora penyebab pembusukan ikan adalah bakteri psikrofilik. Suhu inkubasi 0–4°C dan 20–25°C dianjurkan untuk penentuan bakteri penyebab pembusukan pada ikan. Sudah barang tentu waktu inkubasi yang diperlukan untuk suhu 0–4°C lebih lama.

3. Penilaian Fisik

Alat yang telah dikembangkan untuk penentuan kesegaran ikan secara fisik adalah *Torry Fish Freshness Meter* (atau *Torry Meter*). Alat ini cocok

digunakan untuk penentuan tingkat kesegaran ikan di lapang. Nilai pengukuran yang tertera secara digital pada alat tersebut adalah pada selang 1–19. Jarang nilai pengukuran melewati 16, nilai pengukuran yang lebih tinggi menunjukkan kualitas ikan yang lebih baik. Perubahan-perubahan yang disebabkan oleh aktivitas enzim dan mikroorganisme terhadap protein dan membran sel menurunkan nilai hasil pengukuran akibat kerusakan ikan. Alat ini dipandang memiliki kelemahan, khususnya kondisi ikan yang telah rusak secara fisik dan memar, serta ikan berlemak mempengaruhi nilai hasil pengukuran. Pengukuran terhadap ikan utuh yang masih berkulit dan ikan yang telah dikuliti menghasilkan nilai pengukuran yang berbeda, walaupun sebenarnya tingkat kesegaran ikannya sama.

4. Penilaian Organoleptik

Metode penilaian secara organoleptik atau sensori merupakan penilaian subjektif yang dilakukan secara individu. Walaupun demikian, penilaian semacam ini sudah sangat memadai dan cukup andal jika dilakukan dengan baik dan oleh orang yang berpengalaman. Selain itu, cara ini lebih mendekati pada preferensi konsumen, mudah dilakukan, tidak memerlukan peralatan canggih dan bahan khusus, serta hasilnya cepat diperoleh.

a. Penilaian organoleptik di lapang

Pada prinsipnya, secara individu setiap orang dapat melakukan penilaian organoleptik terhadap kesegaran ikan karena sebenarnya tidak sulit sehingga siapa pun dapat melakukan penilaian di lapang asal telah mengetahui ciri-ciri ikan yang memiliki tingkat kesegaran tinggi atau ikan yang telah busuk. Cara yang paling mudah adalah pengamatan visual terhadap penampilan ikan. Caranya adalah dengan menggunakan metode 4M, yaitu melihat, meraba, menekan, dan mencium.

Pertama, dengan *melihat* dan mengamati penampilan ikan secara menyeluruh terutama penampilan fisik, mata, insang, dan adanya lendir. *Kedua*, dengan *meraba* ikan untuk mengamati kondisi ikan terutama adanya lendir, kelenturan ikan dan lainnya. *Ketiga*, dengan *menekan* daging ikan untuk menilai teksturnya. *Keempat*, dengan *mencium* bau ikan.

Ikan yang masih segar menunjukkan penampilan yang menarik dan mendekati kondisi ikan yang baru mati dengan tanda-tanda seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1.2. Ikan tampak cemerlang dan mengkilap keperakan sesuai jenis. Permukaan tubuh tidak berlendir atau berlendir tipis

dengan lendir bening dan encer. Sisik tidak mudah lepas, perut padat dan utuh, sedangkan lubang anus tertutup. Mata ikan cembung, cerah dan putih jernih, serta tidak berdarah dengan warna pupil hitam. Insang masih tampak berwarna merah cerah dan tidak berlendir jika berlendir, lendir tersebut sedikit, tipis dan bening. Ikan masih lentur atau kaku dengan tekstur daging pejal, lentur, dan jika ditekan cepat pulih seperti semula. Bau segar atau sedikit agak amis. Jika kondisi semacam ini masih dapat dikenali dengan baik maka ikan dapat dikategorikan sebagai ikan yang masih segar dan bermutu tinggi, tetapi jika tidak maka ikan diduga kesegarannya sudah menurun.

Tabel 1.2.
Tanda-tanda Ikan Segar Bermutu Tinggi

No	Parameter	Tanda - tanda
1.	Penampakan	Ikan cemerlang mengkilap sesuai jenis, badan ikan utuh, tidak patah, tidak rusak fisik, bagian perut masih utuh dan liat, serta lubang anus tertutup.
2.	Mata	Mata cerah (terang), selaput mata jernih, pupil hitam dan menonjol.
3.	Insang	Insang berwarna merah cemerlang atau sedikit kecokelatan, tidak ada atau sedikit lendir.
4.	Bau	Bau segar spesifik jenis atau sedikit berbau amis yang lembut.
5.	Lendir	Selaput lendir di permukaan tubuh tipis, encer, bening, mengkilap cerah, tidak lengket, berbau sedikit amis, dan tidak berbau busuk.
6.	Tekstur dan daging	Ikan kaku atau masih lemas dengan daging pejal jika ditekan dengan jari besarnya cepat pulih kembali. Sisik tidak mudah lepas. Jika daging disayat, tampak jaringan antardaging masih kuat dan kompak, sayatan cemerlang dengan menampilkan warna daging ikan asli.

Sumber: Wibowo dan Yunizal, (1998).

b. Penilaian organoleptik di laboratorium

Pada penilaian organoleptik di laboratorium yang biasanya memerlukan persyaratan-persyaratan tertentu dan ditujukan untuk kegiatan penelitian, penilaian dengan angka atau sistem ranking mungkin digunakan untuk menilai kesegaran ikan yang hasilnya dapat dinyatakan secara sederhana dalam bentuk angka yang merefleksikan tingkat kesegaran ikan atau dinyatakan secara deskriptif, serta dinyatakan dalam bentuk pernyataan segar dan busuk, lulus dan tidak lulus atau diterima dan ditolak. Untuk ini diperlukan lembar penilaian yang tepat dan mudah dipahami oleh panelis.

Dalam hal ini, ketepatan hasil penilaian sangat tergantung kepada kepekaan dan pengalaman panelis yang melakukan penilaian.



LATIHAN

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakanlah latihan berikut!

- 1) Faktor-faktor apa saja yang dapat mempercepat proses pembusukan ikan?
- 2) Sebutkan tahapan kemunduran mutu ikan dan jelaskan bagaimana proses kemunduran tersebut berlangsung!
- 3) Jelaskan bagaimana proses kemunduran mutu ikan secara mikrobiologis terjadi!
- 4) Jelaskan cara penilaian kesegaran ikan secara kimiawi, mikrobiologis, fisik dan organoleptik dilaksanakan!
- 5) Jelaskan tanda-tanda ikan yang memiliki tingkat mutu kesegaran yang tinggi!

Petunjuk Jawaban Latihan

Untuk menjawab soal-soal latihan, Anda harus mempelajari Kegiatan Belajar 2 tentang Kemunduran Mutu Ikan, yang meliputi:

- 1) Kemunduran kesegaran ikan.
- 2) Pembusukan ikan.
- 3) Penilaian kesegaran ikan.



RANGKUMAN

Mutu ikan yang digunakan sebagai bahan baku di dalam pengolahan sangat berpengaruh terhadap kelancaran proses pengolahan dan mutu produk yang dihasilkan.

Faktor-faktor yang dapat mempercepat proses pembusukan ikan adalah (a) cara pemanenan atau penangkapan tidak dilakukan dengan benar; (b) cara penanganan tidak mempraktikkan cara penanganan ikan yang baik; (c) sanitasi dan higiene tidak memenuhi persyaratan; dan (d) fasilitas penanganan dan pengolahan tidak memadai.

Kemunduran kesegaran ikan disebabkan oleh tiga jenis aktivitas, yaitu reaksi autolisis, reaksi kimiawi, dan aktivitas mikroorganisme. Berdasarkan kepada penyebab penurunan mutu kesegaran ikan tersebut, tahapan penurunan mutu kesegaran ikan digolongkan menjadi 3 tahapan, yaitu pre rigor, rigor mortis, dan post rigor.

Kecepatan pembusukan ikan sangat tergantung kepada jumlah awal mikroorganisme yang terdapat di dalam lendir pada permukaan ikan, cara mematikan, tingkat ketidaknyamanan dari ikan ketika masih hidup dan faktor-faktor lainnya, seperti jenis ikan dan suhu lingkungannya.

Penilaian kesegaran ikan dapat dilakukan secara kimiawi (penentuan trimetilamin (TMA), *total volatil base* (TVB), xanthine oxidase test dan K-value), mikrobiologis (*total plate count*/TPC), fisik (dengan *Torry Fish Freshness Meter*) dan organoleptik.



TES FORMATIF 2

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

- 1) Berikut adalah faktor-faktor yang dapat mempercepat proses pembusukan ikan, *kecuali*
 - A. cara pemanenan atau penangkapan telah dilakukan dengan benar
 - B. penanganan tidak mempraktikkan cara penanganan ikan yang baik
 - C. sanitasi dan higiene tidak memenuhi persyaratan
 - D. fasilitas penanganan dan pengolahan tidak memadai

- 2) Kemunduran kesegaran ikan disebabkan oleh tiga jenis aktivitas, yaitu reaksi
 - A. autolisis, rigor mortis, dan aktivitas mikroorganisme
 - B. autolisis, reaksi kimiawi, dan aktivitas mikroorganisme
 - C. rigor mortis, autolisis, dan reaksi kimiawi
 - D. reaksi kimiawi, aktivitas mikroorganisme, dan rigor mortis

- 3) Proses ikan mulai melepaskan lendir yang berbentuk cair, bening atau transparan dan menyelimuti seluruh tubuh ikan disebut
 - A. *hyperlipidemia*
 - B. *hyperanemiia*
 - C. *hiperemia*
 - D. *hiperdemia*

- 4) Mikroorganisme dominan yang berperan penting di dalam proses penurunan kesegaran ikan adalah
- A. virus
 - B. kapang
 - C. enzim
 - D. bakteri
- 5) Jenis analisis yang tidak termasuk ke dalam penilaian kesegaran ikan secara kimiawi adalah
- A. *autolisis*
 - B. *xanthine oxidase test*
 - C. *total volatil base* (TVB)
 - D. *trimetilamin* (TMA)

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif 2 yang terdapat di bagian akhir modul ini. Hitunglah jawaban yang benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Belajar 2.

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{Jumlah Jawaban yang Benar}}{\text{Jumlah Soal}} \times 100\%$$

Arti tingkat penguasaan: 90 - 100% = baik sekali

80 - 89% = baik

70 - 79% = cukup

< 70% = kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan dengan Kegiatan Belajar 3. **Bagus!** Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 2, terutama bagian yang belum dikuasai.

KEGIATAN BELAJAR 3**Dasar-dasar Penanganan dan Pengolahan Ikan**

Seperi yang telah dibahas sebelumnya bahwa ikan merupakan bahan pangan yang memiliki kandungan gizi tinggi yang sangat bermanfaat bagi pertumbuhan dan kesehatan manusia. Oleh karena itu, telah banyak teknologi yang dikembangkan dalam rangka untuk mengusahakan agar manusia secara maksimal dapat mengambil manfaat dari keunggulan ikan tersebut. Paling tidak produk yang sampai ke konsumen harus dalam keadaan layak dan aman untuk dikonsumsi.

Ikan dapat dipasarkan dalam bentuk hidup, segar dan olahan. Berdasarkan mutu kesegarannya, ikan hidup atau ikan yang baru mati merupakan produk yang paling segar sehingga kesegaran ikan diukur berdasarkan tingkat perbedaannya dibandingkan dengan ikan hidup atau ikan yang baru mati. Apabila tingkat perbedaan kesegarannya dibandingkan dengan ikan yang baru mati semakin jauh, dapat dikatakan ikan telah busuk. Hal ini perlu diperhatikan mengingat ikan adalah benda biologis yang termasuk ke dalam komoditas yang mudah dan cepat rusak karena proses pembusukan, terutama pada kondisi iklim tropis dengan suhu dan kelembaban yang tinggi seperti Indonesia. Ikan yang telah busuk bukan hanya tidak layak dikonsumsi karena penampakan, bau, dan rasa yang tidak dikehendaki, tetapi kemungkinan juga telah mengandung senyawa-senyawa berbahaya apabila nantinya dikonsumsi.

Penyebab ikan menjadi tidak aman untuk dikonsumsi tidak hanya berasal dari dalam tubuh ikan itu sendiri, tetapi juga pengaruh dari luar tubuh ikan yang bahkan mungkin lebih berbahaya, misalnya kontaminasi. Kontaminasi dapat terjadi selama masa produksi (budidaya), penanganan, pengolahan, pengemasan, penyimpanan, dan pemasaran. Penggunaan formalin selama penanganan dan pengolahan yang ditujukan untuk mengawetkan ikan dan produk olahannya telah menyebabkan produk menjadi berbahaya bagi kesehatan konsumen. Kondisi sanitasi dan higienis yang tidak memadai pada fasilitas penanganan, pengolahan, dan pemasaran dapat menyebabkan produk terkontaminasi mikroorganisme dan bahan kimia yang mengakibatkan produk tidak layak untuk dikonsumsi. Kontaminasi mikroorganisme patogen,

apalagi telah mencapai tahap produksi toksin membuat produk menjadi ancaman bagi kesehatan konsumen, bahkan mungkin juga ancaman kematian.

A. DASAR-DASAR PENANGANAN IKAN

Pembusukan ikan adalah proses satu arah, artinya ikan yang telah busuk tingkat kesegarannya tidak dapat dikembalikan seperti sediakala. Pada proses pembusukan, ikan akan mengalami kemerosotan mutu dan bahkan menjadikan ikan tidak layak dikonsumsi. Tujuan dari penanganan ikan yang baik adalah untuk memperlambat proses pembusukan sehingga ikan dapat memenuhi persyaratan yang diinginkan konsumen, terutama kesegarannya. Kunci penting yang perlu diperhatikan di dalam penanganan produk perikanan adalah sebagai berikut.

1. Hindarkan kondisi-kondisi yang mungkin merangsang pembusukan ikan.
2. Kapan pun apabila memungkinkan, lakukan prosedur-prosedur yang dapat memperlambat pembusukan.
3. Hindarkan atau minimalkan kontaminasi ikan dari penyebab-penyebab pembusukan.
4. Pindahkan ikan tanpa ada penundaan pada setiap tahap proses dan pantau waktu yang diperlukan pada setiap tahap.

Aktivitas enzim yang ada di isi perut dan bakteri yang ada pada permukaan ikan sangat berhubungan erat dengan suhu. Begitu juga laju pertumbuhan bakteri dipengaruhi oleh suhu. Keduanya dapat bekerja dengan baik pada suhu sedikit hangat. Oleh karena itu, sepanjang dapat dilakukan, hindarkan terjadinya penghangatan tubuh ikan, seperti membiarkan ikan di bawah terik sinar matahari. Dengan demikian, kelalaian membuat suhu ikan menjadi dingin setelah pemanenan akan berakibat fatal pada tahap selanjutnya. Penurunan suhu mungkin memperpanjang fase lag dari pertumbuhan mikroba. Penurunan suhu sebesar 5°C dapat menurunkan kecepatan pembusukan sebesar 50% (Tabel 1.3). Penurunan kecepatan pembusukan dapat juga dilakukan dengan membuang isi perut dan insang, tetapi cara ini tidak dikehendaki untuk dilakukan jika konsumen menginginkan membeli ikan utuh, atau jika isi perut dan insang jatuh mengotori ikan lainnya dan atau jika pembuangan isi perut dan insang tidak efisien. Apabila isi perut telah diambil, secepatnya rongga perut dicuci untuk menghilangkan sisa-sisa isi perut dan jauhkan isi perut dari ikan lainnya.

Tabel 1.3.
Pengaruh Penurunan Suhu terhadap Pembusukan

Penurunan Suhu (°C)	Kecepatan Pembusukan	Perpanjangan Umur Simpan
0	100	-
5	50	2 kali
10	25	4 kali
15	12,5	8 kali
20	6,25	16 kali

Sumber: Clucas dan Ward (1996).

Pada kondisi normal, enzim dan bakteri memerlukan waktu untuk berpenetrasi ke dalam tubuh ikan. Oleh karenanya proses ini jangan dirangsang dengan penanganan yang tidak benar, misalnya dengan menginjak atau melempar ikan yang menyebabkan terjadinya memar, sobek kulit, dan pecah perut. Jangan susun ikan atau campuran ikan dan es dengan susunan yang terlalu tinggi untuk menghindarkan adanya ikan tergencet. Jika ikan ditempatkan pada peti ikan (*box*) jangan mengisinya secara berlebihan atau melebihi kapasitas.

Ikan akan busuk dengan cepat bila terkontaminasi oleh mikroorganisme atau enzim dari ikan yang telah busuk. Pisahkan ikan yang perutnya telah lunak atau pecah untuk menghindarkan kejadian tersebut. Usahakan untuk menempatkan ikan hasil tangkapan berdasarkan waktu penangkapan karena masing-masing memiliki tingkat kemunduran kesegaran yang berbeda untuk menghindarkan saling mengontaminasi antarmereka. Selain itu, usahakan untuk memisahkan ikan berukuran kecil dari ikan berukuran lebih besar karena ikan berukuran kecil cenderung membusuk lebih cepat.

Bagian dari kapal yang kontak langsung dengan ikan harus dicuci bersih setelah penangkapan atau pada akhir trip penangkapan, termasuk wadah penyimpanan es yang memungkinkan bakteri tumbuh secara cepat. Peti atau *box* yang digunakan untuk pembongkaran ikan juga harus dicuci bersih setiap setelah digunakan.

Untuk menghindarkan terjadinya kontaminasi langsung, jangan meletakkan ikan di atas tanah atau lantai. Meja tempat menjajakan ikan harus sering dibersihkan untuk mengurangi risiko kontaminasi.



Gambar 1.5.
Ikan Segar di Lapak Penjualan Pasar Ikan Segar

Mengingat kontaminasi sangat berpengaruh terhadap ikan selama proses penanganan, selayaknya pihak-pihak atau individu-individu yang terlibat pada kegiatan penanganan ikan, mulai saat penangkapan/pemanenan sampai pemasaran memahami tentang standar sanitasi dan higiene yang baik.

B. DASAR-DASAR PENGOLAHAN IKAN

Pengolahan produk-produk perikanan terdapat dalam berbagai bentuk, mulai dari yang tradisional, seperti ikan asin dan ikan asap, sampai pengolahan produk modern, seperti ikan kaleng dan iradiasi. Tujuan dari pengolahan adalah untuk (1) mengawetkan ikan, (2) mengubah bahan baku menjadi produk yang disukai konsumen, (3) mempertahankan mutu ikan, (4) menjamin keselamatan konsumen akibat mengonsumsi produk olahan ikan, dan (5) memanfaatkan bahan baku lebih maksimal. Semua bentuk pengolahan adalah untuk membuat produk agar dapat lebih diterima oleh konsumen atau untuk membuat produk agar memiliki konsumen yang lebih besar yang terdiri dari berbagai golongan etnis, agama dan kalangan lainnya.

Pengolahan juga dimaksudkan untuk memperpanjang daya simpan menjadi berbulan-bulan. Akan tetapi, perlu diperhatikan bahwa pengolahan tidak dapat memperbaiki mutu produk. Bahan baku yang jelek akan menghasilkan produk dengan mutu yang jelek juga. Ikan harus dipanen pada

saat mencapai mutu yang paling prima dan setelah itu sedapat mungkin sepanjang rantai mulai dari panen sampai konsumen dijaga mutunya setinggi mungkin. Kegagalan dalam melindungi mutu ikan pada salah satu titik dalam rantai tersebut dapat menyebabkan produk yang dihasilkan bermutu jelek.

Pengolahan produk berbahan baku ikan telah dilakukan sejak beribu tahun yang lalu. Kemungkinan pengolahan yang paling tua adalah pengeringan ikan yang diletakkan di atas batu di bawah terik matahari. Sejak saat itu bahkan sampai sekarang perkembangan produk olahan perikanan berlangsung sangat lambat. Hanya dalam kurun waktu 20 sampai 30 tahun belakangan ini pengetahuan tentang proses-proses kimia, biologi dan fisika yang mengendalikan pembusukan ikan telah diungkap. Pengetahuan ini dipakai sebagai dasar di dalam mengembangkan teknologi-teknologi pengawetan dan pengolahan produk perikanan.

Pada dasarnya ikan dan produk olahannya dapat diawetkan dan menjadi aman untuk dikonsumsi melalui proses-proses berikut.

1. Mengintroduksi panas dengan cara memasak, pasteurisasi atau sterilisasi.
2. Menghilangkan panas tubuh ikan sehingga menjadi dingin atau beku.
3. Menambahkan bahan kimia.
4. Menghilangkan sebagian air.
5. Mengiradiasi untuk pasteurisasi dan sterilisasi.
6. Kombinasi perlakuan-perlakuan di atas.

Perlakuan-perlakuan tersebut berhubungan dengan pengendalian atau destruksi mikroorganisme dan produk-produk metaboliknya serta mengurangi atau meningkatkan reaksi-reaksi kimia dan fisika tertentu. Penerapan perlakuan-perlakuan tersebut secara memadai dapat mencegah perkembangan mikroorganisme berbahaya dan terbentuknya toksin. Selain itu juga dapat membunuh mikroorganisme patogen yang berpotensi membahayakan keselamatan konsumen. Pengolahan seperti pengalengan, pengasinan, pengeringan, dan metode-metode yang lain dapat digunakan untuk tujuan tersebut. Sebaliknya, apabila perlakuan-perlakuan tersebut diterapkan secara tidak memadai bahkan dapat mengontaminasi produk yang sedang diolah.

Banyak reaksi-reaksi kimia dan fisika yang tidak dikehendaki terjadi di dalam produk, seperti ketengikan oksidatif, kerusakan vitamin, terlarutnya zat-zat gizi larut air, dan perubahan tekstur yang sering disebabkan atau

dirangsang oleh teknik-teknik pengolahan yang digunakan. Tingkat kerusakan dan efisiensi pengolahan dipengaruhi oleh tiga faktor, yaitu:

1. mutu bahan baku yang digunakan oleh pengolah;
2. karakteristik fisik dari produk yang diproses dari bahan baku tersebut;
3. keterampilan dari pekerja yang menerapkan prinsip-prinsip ilmu pengetahuan dan rekayasa yang digunakan dalam disain, konstruksi, dan kegiatan-kegiatan penanganan, penyimpanan, dan pengolahan.

Pengolahan juga dapat mengarah pada pemanfaatan bahan baku ikan secara menyeluruh sehingga menghasilkan limbah sesedikit mungkin yang sekaligus memaksimalkan nilai tambah yang diperoleh. Bahan-bahan yang pada awalnya dipandang sebagai limbah, dengan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi akhirnya dapat dimanfaatkan untuk diolah menjadi produk yang memiliki nilai ekonomi yang tinggi, seperti pemanfaatan cangkang kepiting dan kulit udang menjadi produk khitin, khitosan, dan khitooligomer. Dengan demikian, akan dapat diciptakan industri pengolahan perikanan yang ramah lingkungan dan mendekati sebagai *zero waste industry*.

C. DASAR PERTIMBANGAN PEMILIHAN METODE PENGOLAHAN

Untuk keberhasilan suatu industri pengolahan produk perikanan perlu untuk mempertimbangkan faktor-faktor yang berpengaruh terhadap pilihan metode atau teknologi yang akan digunakan. Faktor-faktor penting tersebut adalah sebagai berikut.

1. Kebutuhan konsumen.
2. Kesesuaian spesies ikan dengan pilihan metode pengolahan yang ada.
3. Iklim.
4. Biaya produksi.
5. Fasilitas yang tersedia.
6. Bahan baku yang tersedia.

1. Minat Konsumen

Ketika menyiapkan produk yang akan diproduksi, minat dari konsumen harus benar-benar dipertimbangkan. Hal ini akan menjadi sangat penting jika kelompok masyarakat berpenghasilan rendah terlibat. Minat konsumen dapat menjadi pertimbangan ketika menentukan jenis atau tipe produk (misalnya

apakah ikan digarami dan dikeringkan atau hanya dikeringkan), bentuk penyajian produk (utuh, disiangi, difillet, atau tanpa kepala), spesies ikan (spesies yang paling disukai), dan bahkan pengemasan (langsung kemas atau ada kemasan awal).

Oleh karena itu, penting untuk menentukan minat bagi konsumen baru sebelum memasarkan produk. Biasanya konsumen hanya akan membeli produk yang disukai, dan bahkan kadang-kadang mereka bersedia membayar lebih untuk produk yang benar-benar disukai. Oleh karena itu, untuk produk baru setelah dilakukan riset pasar secara memadai, kemudian baru dilepas ke pasar secara perlahan-lahan dengan diberi harga yang kompetitif.

2. Kesesuaian Metode Pengolahan

Ikan yang berbeda mungkin memerlukan metode pengolahan yang berbeda pula. Sebagai contoh, ikan berukuran besar biasanya dibelah dahulu sebelum digarami, dikeringkan, atau diasapi untuk memperbesar luas permukaannya dan memperbaiki mutu produk akhir. Akan tetapi, ikan berukuran kecil dapat diolah secara utuh. Biasanya disarankan bahwa ikan berlemak sebaiknya digarami dengan cara *pickle* atau penggaraman di dalam larutan garam untuk menghindarkan kontak dengan oksigen. Cara tersebut dapat mengurangi risiko ketengikan lemak, sedangkan terhadap ikan berdaging putih yang kandungan lemaknya rendah dapat digarami dengan metode penggaraman kering.

3. Iklim

Iklim akan mempengaruhi pilihan metode pengolahan dan kemungkinan kebutuhan es. Sebagai contoh, ikan di daerah beriklim tropis akan membusuk dalam waktu yang sangat pendek jika tidak di-es, tetapi di daerah beriklim sedang ikan mungkin tetap segar untuk waktu yang lebih lama tanpa di-es. Iklim mungkin juga mempengaruhi kesesuaian dengan teknologi pengolahan yang sebaiknya diterapkan untuk suatu daerah. Di daerah yang beriklim sangat lembab sulit untuk mengeringkan ikan dan jika ikan kering disimpan akan cepat menyerap air dari atmosfer dan kemudian rusak. Jika banyak garam digunakan, pengeringan akan lebih sulit dan penyerapan air dari udara selama penyimpanan mungkin lebih parah. Untuk hal ini, pengasapan lebih sesuai dibandingkan dengan pengeringan sinar matahari.

4. Biaya Produksi

Produk-produk olahan dibeli oleh kelompok konsumen yang berbeda karena perbedaan daya belinya. Kelompok yang memiliki pendapatan yang lebih tinggi kemungkinan lebih banyak mengonsumsi ikan berukuran besar dalam keadaan segar (*fillet*) atau olahan (beku dan kaleng). Akan tetapi, kelompok yang berpendapatan rendah cenderung membeli ikan kering asin berukuran kecil karena lebih murah. Oleh karena itu, pengolah harus mempertimbangkan kelompok konsumen yang akan dituju sebelum memutuskan proses pengolahan yang akan dipilih. Pabrik pembekuan membutuhkan biaya yang jauh lebih banyak untuk membangun dan mengoperasikannya dibandingkan pengolahan ikan kering sehingga harga ikan beku biasanya lebih mahal dibandingkan ikan kering.

5. Ketersediaan Fasilitas

Fasilitas yang diperlukan untuk memproduksi ikan kering asin relatif lebih sederhana dan dapat menjangkau konsumen dengan kelompok pendapatan yang lebih luas. Oleh karena membutuhkan biaya yang lebih banyak untuk memproduksi ikan beku atau ikan kaleng maka jumlah pengolahnya lebih terbatas. Akibat pengawasan mutu dan standar hygiene bagi produk berteknologi tinggi (*high tech*) lebih ketat, oleh karenanya fasilitas yang diperlukan untuk memenuhi tuntutan tersebut harus diperhitungkan. Selain itu, untuk memproduksi produk berteknologi tinggi diperlukan keahlian yang canggih dibandingkan dengan produk berteknologi rendah.

6. Ketersediaan Bahan Baku

Pilihan metode pengolahan juga tergantung kepada ketersediaan ikan sebagai bahan baku pengolahan dengan mempertimbangkan jenis dan kuantitas. Pabrik dengan volume produksi tinggi mungkin akan memerlukan armada penangkapan sendiri atau memilih lokasi pabrik dekat pelabuhan perikanan yang besar. Jika spesies ikan yang diinginkan musiman, fasilitas penyimpanan mungkin diperlukan untuk menjamin pasokan bahan baku selama musim paceklik atau pabrik mungkin memproduksi jenis produk lainnya selama musim tersebut.



LATIHAN

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakanlah latihan berikut!

- 1) Apa saja kunci penting yang perlu diperhatikan di dalam penanganan produk perikanan?
- 2) Jelaskan pengaruh aktivitas enzim dan mikroorganisme terhadap proses pembusukan ikan!
- 3) Pengolahan produk-produk perikanan dapat dilakukan dalam berbagai bentuk. Apa saja tujuan dari pengolahan produk perikanan tersebut?
- 4) Proses-proses apa saja yang dapat dipakai untuk mengawetkan ikan dan produk olahannya agar aman untuk dikonsumsi?
- 5) Jelaskan faktor-faktor yang berpengaruh terhadap pilihan metode atau teknologi yang akan digunakan untuk keberhasilan suatu industri pengolahan produk perikanan!

Petunjuk Jawaban Latihan

Untuk menjawab soal-soal latihan, Anda harus mempelajari Kegiatan Belajar 3 tentang Dasar-dasar Penanganan dan Pengolahan Ikan, yang meliputi:

- 1) Dasar-dasar penanganan ikan.
- 2) Dasar-dasar pengolahan ikan.
- 3) Dasar pertimbangan pemilihan metode pengolahan ikan.



RANGKUMAN

Ikan dapat dipasarkan dalam bentuk hidup, segar, dan olahan. Berdasarkan mutu kesegarannya, ikan hidup atau ikan yang baru mati merupakan produk yang paling segar. Kesegaran ikan diukur berdasarkan tingkat perbedaannya dibandingkan dengan ikan hidup atau ikan yang baru mati.

Pembusukan ikan adalah proses satu arah, artinya ikan yang telah busuk tingkat kesegarannya tidak dapat dikembalikan seperti sedia kala.

Kunci penting yang perlu diperhatikan di dalam penanganan produk perikanan adalah sebagai berikut.

1. Hindarkan kondisi-kondisi yang mungkin merangsang pembusukan ikan.
2. Kapan pun apabila memungkinkan, lakukan prosedur-prosedur yang dapat memperlambat pembusukan.
3. Hindarkan atau minimalkan kontaminasi ikan dari penyebab-penyebab pembusukan.
4. Pindahkan ikan tanpa ada penundaan pada setiap tahap proses dan pantau waktu yang diperlukan pada setiap tahap.

Pengolahan produk-produk perikanan terdapat dalam berbagai bentuk, mulai dari yang tradisional, seperti ikan asin dan ikan asap, sampai pengolahan produk modern, seperti ikan kaleng dan iradiasi.

Tujuan dari pengolahan adalah untuk (a) mengawetkan ikan, (b) mengubah bahan baku menjadi produk yang disukai konsumen, (c) mempertahankan mutu ikan, (d) menjamin keselamatan konsumen akibat mengonsumsi produk olahan ikan, dan (e) memanfaatkan bahan baku lebih maksimal.

Proses-proses yang dapat mengawetkan ikan dan produk olahannya agar aman untuk dikonsumsi adalah:

1. memperkenalkan panas dengan cara memasak, pasturisasi atau sterilisasi;
2. menghilangkan panas tubuh ikan sehingga menjadi dingin atau beku;
3. menambahkan bahan kimia;
4. menghilangkan sebagian air;
5. mengiradiasi untuk pasteurisasi dan sterilisasi;
6. kombinasi perlakuan-perlakuan di atas.

Tingkat kerusakan dan efisiensi pengolahan dipengaruhi oleh tiga faktor, yaitu:

1. mutu bahan baku yang digunakan oleh pengolah;
2. karakteristik fisik dari produk yang diproses dari bahan baku tersebut;
3. keterampilan dari pekerja di dalam menerapkan prinsip-prinsip ilmu pengetahuan dan rekayasa yang digunakan dalam disain, konstruksi, dan kegiatan-kegiatan penanganan, penyimpanan dan pengolahan.

Faktor-faktor penting yang berpengaruh dalam keberhasilan suatu industri pengolahan produk perikanan yang perlu mempertimbangkan adalah:

1. kebutuhan konsumen;

2. kesesuaian spesies ikan dengan pilihan metode pengolahan yang ada;
3. iklim;
4. biaya produksi;
5. fasilitas yang tersedia;
6. bahan baku yang tersedia.



TES FORMATIF 3

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

- 1) Pembusukan ikan adalah proses satu arah, artinya
 - A. ikan yang telah busuk tingkat kesegarannya dapat dikembalikan seperti sediakala
 - B. ikan yang telah busuk tingkat kesegarannya tidak dapat dikembalikan seperti sediakala
 - C. ikan yang telah busuk tingkat kesegarannya kadang-kadang dapat dikembalikan seperti sediakala
 - D. semua jawaban salah
- 2) Pilih pernyataan berikut yang paling *benar*
 - A. bahan baku yang jelek akan menghasilkan produk dengan mutu yang baik
 - B. bahan baku yang jelek dapat menghasilkan produk dengan mutu yang baik
 - C. bahan baku yang jelek tidak selalu akan menghasilkan produk dengan mutu yang jelek juga
 - D. bahan baku yang jelek akan menghasilkan produk dengan mutu yang jelek juga
- 3) Berdasarkan mutu kesegarannya, ikan yang paling segar adalah
 - A. ikan yang di-es
 - B. ikan yang direfrigerasi
 - C. ikan hidup atau ikan yang baru mati
 - D. ikan dalam fase rigor
- 4) Faktor-faktor penting yang berpengaruh dalam keberhasilan suatu industri pengolahan produk perikanan adalah
 - A. kebutuhan konsumen
 - B. kesesuaian spesies ikan dengan pilihan metode pengolahan yang ada

- C. iklim
 - D. jawaban A, B, dan C benar
- 5) Keberhasilan suatu produk olahan sangat dipengaruhi oleh minat dan kesukaan konsumen, oleh karena itu, sebaiknya sebelum produksi dimulai perlu dilakukan
- A. membagikan produk kepada konsumen
 - B. riset pasar
 - C. mengundang konsumen ke pabrik
 - D. penyediaan bahan baku

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif 3 yang terdapat di bagian akhir modul ini. Hitunglah jawaban yang benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Belajar 3.

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{Jumlah Jawaban yang Benar}}{\text{Jumlah Soal}} \times 100\%$$

Arti tingkat penguasaan: 90 - 100% = baik sekali
80 - 89% = baik
70 - 79% = cukup
< 70% = kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan dengan modul selanjutnya. **Bagus!** Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 3, terutama bagian yang belum dikuasai.

Kunci Jawaban Tes Formatif

Tes Formatif 1

- 1) A
- 2) D
- 3) B
- 4) C
- 5) A

Tes Formatif 2

- 1) A
- 2) B
- 3) C
- 4) D
- 5) A

Tes Formatif 3

- 1) B
- 2) D
- 3) C
- 4) D
- 5) B

Daftar Pustaka

- Anonimus. (2004). *Direktorat Ikan Konsumsi dan Produk Olahan*. Jakarta: Dit. Jen. Peningkatan Kapasitas Kelembagaan dan Pemasaran-Departemen Kelautan dan Perikanan.
- Clucas, IJ dan Ward, AR. (1996). *Post-harvest Fishery Development: A Guide to Handling, Preservation, Processing and Quality*. Chatam Maritim. United Kingdom: Kent ME4 4TB.
- Love, R.M. (1992). Biochemical Dynamics and the Quality of Fresh and Frozen Fish di dalam *Fish Processing Technology*. (ed. Hall, GM.) Blackie Academic & Professional. Glasgow. hal 1–30.
- Okada, M. (1990). *Fish as Raw Material. di dalam Science of Processing Marine Food Products Vol I* (ed. Motohiro, T., Kadota, H., Hashimoto, K., Kayama, M. dan Tokunaga, T.). JICA: Hyogo International Centre, hal. 1–15.
- Okada, M., Hirao, S., Noguchi, E., Suzuki, T. Dan Yokoseki, M. (1972). *Utilization of Marine Products*. Tokai Regional Fisheries Research Laboratory. Tokyo: Fisheries Agency.
- Pigott, GM dan Tucker, BW. (1990). *Seafood: Effects of Technology on Nutrition*. New York and Basel: Marcel Dekker, Inc.
- Sikorski, Z.E., Kolakowska, A., dan Pan, B.S. (1989). The Nutritive Composition of the Major Groups of Marine Food Organisms. di dalam *Seafood: Resource, Nutritional Composition, and Preservation*. (ed. Sikorski, Z.E.) Boca Raton. Florida: CRC Press, Inc. hal 29–53 .
- Tanikawa, E., Motohiro, T. dan Akiba, M. (1985). *Marine Products in Japan*. Tokyo: Koseisha Koseikaku Co. Ltd.
- Wheaton, FW dan Lawson, TB. (1985). *Processing Aquatic Food Products*. New York: John Wiley & Sons.

Wibowo, S. dan Yunizal. (1998). *Penanganan Ikan Segar*. Jakarta: Instalasi Perikanan Laut Slipi.

Zaitsev, V. Kizevetter, I. Lagunov, L. Makarova, Minder, L dan Podsevalov, V. (1969). *Fish Curing and Processing*. Moscow: MIR Publishing.

Teknologi Pengolahan Hasil Perikanan

Modul ini merupakan pengantar umum bagi teknologi pengolahan hasil perikanan yang sekaligus sebagai salah satu komponen penting di dalam upaya pemanfaatan hasil perikanan secara optimum, terutama dalam rangka peningkatan nilai tambah produk perikanan.

Mata kuliah ini membahas prinsip dasar teknologi penanganan dan pengolahan hasil perikanan; penanganan dan transportasi ikan hidup; teknologi pengolahan produk tradisional; teknologi pengawetan dengan pendinginan, pembekuan, dan iradiasi; teknologi pengolahan dan pengawetan dengan proses pengalengan; teknologi pengolahan tepung dan minyak ikan, pengolahan produk fikokoloid, serta pengolahan surimi dan pemanfaatan hasil samping pengolahan produk perikanan.