



IKAN

Tujuan Instruksional umum

Mahasiswa menguasai tentang jenis ikan, struktur fisik, sifat kima, penanganan dan fisiologi pasca mortem ikan.

Tujuan Instruksional Khusus

Mahasiswa memahami jenis ikan, morfologi, struktur fisik dan komposisi kimia, penanganan, kerusakan dan Perubahan pasca mortem ikan kaitannya dengan mutu yang sesuai dengan Standar Nasional Indonesia

Komoditi pangan yang dihasilkan dari perairan antara lain ikan, udang kerang, kepiting, cumi-cumi dan sebagainya. Ikan pada umumnya lebih banyak dikenal daripada hasil perikanan yang lain karena jenis tersebut yang paling banyak ditangkap dan dikonsumsi. Sebagai bahan pangan, kedudukan ikan menjadi sangat penting karena ikan merupakan sumber protein hewani yang potensial karena mengandung asam amino esensial yang diperlukan oleh tubuh, disamping itu nilai biologisnya mencapai 90%, dengan jaringan pengikatnya sedikit sehingga mudah dicerna.

Produk perikanan memiliki kelebihan dibandingkan produk hewani yang lain, diantaranya :

1. Kandungan protein cukup tinggi (20%), dan mengandung asam amino esensial yang diperlukan oleh manusia
2. Memiliki daya cerna yang tinggi karena mengandung sedikit jaringan pengikat.
3. Daging ikan mengandung asam-asam lemak tidak jenuh
4. Mengandung vitamin A, D serta mineral seperti Mg, Ca, Fe, Zn, F, Ar, Cu, K, Cl, P, S



Kelemahan produk perikanan adalah:

1. Kadar airnya tinggi (80%), derajat keasaman (pH) ikan mendekati netral, dan daging ikan sangat mudah dicerna oleh enzim autolysis, sehingga daging ikan sangat mudah mengalami kerusakan oleh bakteri pembusuk.
2. Ikan mengandung asam lemak tidak jenuh, sehingga mudah terjadi proses oksidasi yang menyebabkan bau tengik.

Adanya kelemahan produk perikanan menjadikan perlunya penanganan yang cepat dan tepat sehingga dapat meminimalkan kerusakan yang dapat menyebabkan kerugian kualitas dan ekonomi.

1. JENIS IKAN

Ikan, binatang-binatang dan tumbuh-tumbuhan yang hidup di air digolongkan sebagai hasil-hasil perikanan. Hasil perikanan dapat diperoleh dari laut, sungai, tambak, kolam, danau, rawa-rawa ataupun sawah. Hasil perikanan digolongkan menjadi tiga. Penggolongan pertama, dibagi menjadi dua berdasarkan sifat air. Hasil perikanan yang laut merupakan tumbuhan dan binatang yang hidup dan dapat didapatkan di air asin (air laut), sedangkan hasil perikanan darat yaitu semua hasil perikanan yang diperoleh dari danau, sungai, rawa, kolam, tambak atau hidupnya di air tawar.

Penggolongan kedua khususnya digunakan untuk hasil perikanan laut, yaitu berdasarkan jenis-jenis yang sama atau jenis-jenis yang diperoleh di daerah yang sama (Gambar 5.1).



Tabel 5.1. Penggolongan hasil perikanan laut

Golongan	Deskripsi	Contoh
1. Demersial	Jenis-jenis ikan yang ditangkap dari daerah lautan yang dalam	Cod, haddock
2. Pelagik kecil	Jenis-jenis ikan kecil yang hidupnya di daerah permukaan laut	Herring
3. Pelagik besar	Jenis-jenis ikan besar yang hidupnya di daerah permukaan laut	Tongkol, sarden, mackerel
4. Anadromus	Ikan yang mula-mula hidup di air laut, kemudian migrasi ke air tawar lalu ke pertemuannya	Salem, bandeng
5. Catradomus	Ikan yang mula-mula hidup di air tawar, kemudian migrasi ke air laut lalu ke pertemuannya	Belut laut
6. Crustacea	Bangsa udang-udangan	Udang, lobster, kepiting, rajungan
7. Moluska	Hewan lunak yang tubuhnya ditutupi cangkang yang keras	Tiram, kerang
8. Cephalopoda	Hewan laut yang kakinya tumbuh di daerah kepala	Cumi-cumi, gurita, sotong
9. Micellaneous	Tidak dapat digolongkan pada golongan diatas	Jellyfish (ubur-ubur)



Penggolongan ketiga didasarkan pada kebutuhan manusia terhadap hasil perikanan tersebut. Penggolongan ini dibagi menjadi dua, hasil perikanan ekonomis dan tidak ekonomis. Hasil perikanan ekonomis merupakan hasil perikanan yang dapat dimakan, banyak dicari, banyak ditangkap, banyak dipelihara. Pengertian ekonomis untuk hasil perikanan laut dan darat harus memenuhi tiga persyaratan yaitu

1. Nilai pasaran yang tinggi (harga yang tinggi)
2. Volume produksi makro yang tinggi, berarti hasil perikanan dapat diperoleh atau ditangkap di daerah lautan atau di mana atau dapat hidup di daerah daratan mana saja
3. Luas dan mempunyai daya produksi yang tinggi, berarti perkembangbiakannya cepat sehingga dalam waktu yang singkat jumlahnya tidak berkurang bahkan dapat bertambah meskipun telah dilakukan penangkapan.

2. STRUKTUR DAGING IKAN

Bentuk dan ukuran badan ikan umumnya simetris dan dapat dibagi menjadi tiga bagian, yaitu kepala, badan (tubuh) dan ekor. Bagian kepala adalah bagian muka, dimulai dari ujung mulut sampai insang. Bagian badan dimulai dari akhir tutup insang sampai sirip belakang. Sedangkan bagian ekor, dimulai dari sirip belakang sampai dengan ujung ekornya.

Ikan memiliki beberapa sirip, yaitu sepasang sirip perut atau sirip ventral, sirip punggung atau sirip dorsal, sepasang sirip dada atau sirip pectoral, dan sirip belakang atau sirip anal. Seluruh tubuh ikan tertutup oleh kulit, kadang-kadang lengkap dengan sisiknya yaitu lempengan-lempengan tulang yang tersusun rapi dipermukaan badan ikan.

2.1. Kerangka ikan

Kerangka ikan memiliki bagian pokok yaitu tulang punggung (vertebrata) terdiri dari 56-200 ruas tulang yang satu sama lain dihubungkan oleh jaringan



pengikat yang elastic. Rangka ikan memiliki fungsi: melindungi bagian tubuh yang lemah, seperti jantung, hati, alat pencernaan dan lain-lain; sebagai alat gerak yang pasif; dan sebagai alat penyalur sperma.

Jenis tulang rangka dibagi menjadi dua yaitu, (1) tulang sejati yaitu tulang pada golongan ikan *Osteichthyes*, (2) tulang rawan yaitu tulang pada golongan ikan *Elasmobranchil*.

Berdasarkan letak dan fungsinya, dibagi menjadi tiga: (1) rangka axial yaitu tulang tengkorak, tulang punggung, dan tulang rusuk; (2) rangka visceral yaitu tulang lengkung insang dan turunannya; (3) rangka appendicular yaitu rangka anggota badan seperti jari-jari sirip dan pelekat lainnya.

2.2. Urat daging (otot)

Daging ikan terdapat pada bagian tubuhnya. Daging ikan terdiri atas beberapa jaringan yaitu: daging pada bagian punggung (dorsal); bagian perut (ventral); bagian sirip punggung; bagian sirip ekor; bagian sirip belakang; bagian sirip dada; bagian sirip depan dan bagian kepala.

Urat daging memiliki fungsi untuk menggerakkan bagian-bagian tertentu dari tubuh ikan sehingga ikan mampu bergerak atau berenang. Ikan terdiri dari tiga macam otot, yaitu otot liken (polos), otot bergaris, dan otot jantung. Otot ikan tersusun atas dua tipe yaitu otot putih dan otot merah. Perbandingan dua macam otot ikan bervariasi tergantung pada jenis ikannya, meskipun otot merah tidak pernah melebihi 10% dari total otot untuk jenis ikan, misalnya ikan tuna. Otot merah dicirikan dengan kandungan mioglobin yang tinggi dan sifat protein spesifik penyusunnya. Kontraksi rigor pada otot merah lebih besar dari pada otot putih.

2.3. Organ-organ internal

Organ-organ internal ikan yaitu alat-alat pencernaan, jantung, gonad, kandung kemih, dan ginjal. Organ-organ internal tersebut biasanya diselubungi oleh jaringan pengikat yang halus dan lunak yang disebut peritoneum.



a. Saluran pencernaan

Alat pencernaan sering disebut juga digestive tract. Alat pencernaan pada ikan terdiri dari dua yaitu saluran pencernaan dan kelenjar pencernaan. Saluran pencernaan meliputi mulut, rongga mulut, pharynx, oesophagus, lambung, pylorus, usus, rectum dan anus. Kelenjar pencernaan terdiri dari hati, empedu dan pancreas.

b. Jantung

Umumnya jantung pada ikan terletak di belakang insang. Ikan bertulang sejati dimana insang ditutup oleh keeping insang, letak jantung relative ke depan dibandingkan ikan bertulang rawan. Fungsi jantung adalah memompakan darah yang kadar oksigennya rendah ke insang dan kemudian menyebarkan ke seluruh tubuh.

c. Sistem pernafasan

Makhluk hidup selalu bernafas setiap saat, demikian pula ikan. Pernafasan merupakan proses pengambilan oksigen dan pelepasan karbondioksida oleh suatu makhluk hidup. Oleh karena itu diperlukan alat pernafasan. Umumnya pada ikan, alat pernafasannya adalah insang, meskipun ada beberapa jenis ikan yang menggunakan paru-paru. Selain insang dan paru-paru beberapa jenis ikan tertentu memiliki alat pernafasan tambahan, berupa:

- 1) *Labyrinth* adalah lipatan membrane seperti bunga mawar yang merupakan turunan dari lengkung insang. Contoh pada ikan sepat dan tambakan
- 2) *Arborescent* organ berbentuk seperti bunga karang. Contoh pada ikan lele.
- 3) Alat pernafasan tambahan berupa tabung, contoh pada ikan *Saccobranchus sp* dan pada jenis *Catfish* lain.
- 4) *Diverticula* adalah lipatan permukaan rongga dalam pada bagian mulut dan ruang pharynx, contoh pada ikan gabus
- 5) Dinding bagian dalam dari *operculum*, contoh pada ikan blodok



2.4. Sistem integum

a. Kulit

Kulit adalah pembungkus luar yang memiliki fungsi sebagai pertahanan pertama terhadap penyakit dan factor luar yang mempengaruhi hidupnya. Beberapa hal, kulit dapat juga berfungsi sebagai alat respirasi, ekskresi dan osmoregulasi.

b. Sisik

Ikan terdiri dari dua jenis yaitu bersisik dan tidak bersisik. Ikan yang tidak bersisik pada umumnya memiliki lapisan lendir yang lebih tebal dibandingkan dengan ikan yang bersisik. Bagian sisik yang nampak dari luar disebut *exposed part* dan merupakan posterior yang terdapat butir-butir zat warna (pigmen, *chromatophore*). Bagian sisik yang tidak Nampak dari luar disebut *embedded part*.

c. Lendir

Lendir dihasilkan oleh kelenjar lendir pada epidermis kulit. Kelenjar ini menghasilkan mucin (glycoprotein) yang apabila bercampur dengan air maka akan terbentuk lendir. Fungsi lendir untuk mengurangi gesekan, mencegah infeksi dan kekeringan, mempertahankan diri, osmoregulasi dan pada beberapa ikan membantu dalam proses reproduksi.

d. Kelenjar racun

Kelenjar racun merupakan derivate dari kulit. Kelenjar ini mengeluarkan zat apabila disuntikkan pada manusia akan menyebabkan sakit dan bahkan dapat menyebabkan kematian. Contoh ikan yang memiliki kelenjar racun adalah

- Pari, kelenjar racun terdapat pada duri yang terdapat pada sirip ekor
- Cucut, kelenjar racun terdapat pada duri sirip
- Ikan yang termasuk golongan lele, *Bullhead*, racun terdapat pada duri sirip punggung dan sirip dada.



3. KOMPOSISI KIMIAWI DAGING IKAN

Ikan merupakan sumber protein dan lemak, namun jumlahnya bervariasi antara satu ikan dengan ikan yang lain. Variasi ini disebabkan oleh faktor intrinsik dan ekstrinsik. Faktor intrinsik meliputi faktor yang ada dalam ikan, misalnya umur, jenis kelamin dan jenis ikan. Jenis ikan merupakan faktor utama yang menyebabkan adanya variasi komposisi kimia ikan. Umur ikan berdampak pada variasi kandungan lemak daging ikan. Makin tua ikan, kandungan lemak cenderung makin banyak. Sedangkan jenis kelamin ikan, berkaitan dengan kematangan seksualitasnya. Pada umumnya makin matang seksualitasnya, maka makin aktif gerakannya, sehingga ikan memerlukan energi yang lebih besar. Kebutuhan energi tersebut dipenuhi dengan banyak makan, hal ini akan mempengaruhi variasi komposisi protein dan lemak pada daging ikan.

Pengaruh faktor ekstrinsik adalah semua faktor yang tidak berasal dari tubuh ikan, diantaranya adalah daerah hidup, musim, jenis makanan. Ketiga hal tersebut berhubungan erat. Daerah kehidupan ikan erat sekali dengan ketersediaan makanan baik dalam jumlah maupun jenisnya. Musim sangat mempengaruhi kehidupan fisiologis ikan dan mempengaruhi ketersediaan makanan. Pada suatu saat tidak tersedia makanan, maka umumnya ikan akan bermigrasi untuk mencari sumber-sumber makanan dan kondisi kehidupan yang cocok. Pengaruh musim tampak pada kandungan air dan lemak terutama pada jenis-jenis ikan tuna, sarden.

3.1. Protein

Protein merupakan komponen terbesar pada daging ikan setelah air. Protein ikan digolongkan berdasarkan kelarutannya dalam air, berdasarkan letaknya dan tegangan ionisasinya. Berdasarkan letaknya, protein digolongkan menjadi tiga bagian yaitu :

- protein sarkoplasma, disebut juga protein miogen. Protein ini merupakan tipe-tipe protein albumin, mioalbumin, atau mioprotein yang dapat larut dalam air. Selain itu juga globulin-X dan miostromin.
- Protein miofibrilar, yaitu yang terdapat pada myofibril atau miofilamen. Misalnya, tipe protein globulin, yaitu myosin, aktin, dan sejumlah kecil



tropomiosin. Golongan protein ini memegang peranan dalam kontraksi daging ikan, dan jumlahnya kurang lebih 50% dari seluruh protein ikan. Sifatnya sukar larut dalam air, atau sering disebut *lee soluble* protein.

- Protein jaringan pengikat, sering disebut stroma. Kebanyakan protein ini terdapat pada miosepta dan endomiosin, tetapi ada pula pada sarkoplasma. Kolagen adalah salah satu contohnya. Apabila dipanaskan, maka kolagen akan berubah sifatnya menjadi semacam gelatin.

Berdasarkan kelarutannya dalam air, protein ikan digolongkan menjadi tiga yaitu mudah larut dalam air, sedikit larut, dan tidak dapat larut dalam air.

- Protein yang mudah larut dalam air
protein mudah larut dalam air 20-25% dari kandungan protein ikan. Dalam sarkoplasma, konsentrasinya hanya 15-20%. Apabila daging ikan dalam keadaan kaku, maka protein ini konsentrasinya turun hingga separuhnya. Hal ini disebabkan karena sebagian mengalami sineresis dalam miofibril. Kebanyakan miofibril merupakan enzim-enzim yang berperan pada pembentukan bau dan warna daging ikan.
- Protein yang sedikit larut dalam air
Aktin dan myosin adalah anggota utama golongan protein miofibril ini. Aktin dalam daging ikan jumlahnya 15-25%, sedangkan myosin kurang lebih 50-60% dari total protein golongan ini. Aktin dan myosin, labil sifatnya, sehingga mudah mengalami kerusakan selama pengolahan (pemanasan). Aktin dan myosin dapat menjadi protein myofibril yang lain yaitu aktomiosin. Penggabungan aktin dan myosin menyebabkan perubahan fisik ikan (daging menjadi kaku).. keadaan ini juga menyebabkan daging ikan kehilangan daya ikat terhadap air (*water holding capacity*).
- Protein yang tidak dapat larut dalam air
Golongan stroma tidak banyak jumlahnya. Golongan protein ini yang banyak adalah kolagen.



- Kromoprotein

Protein yang termasuk dalam golongan khromoprotein adalah hemoglobin yang memberikan warna merah pada darah, mioglobin yang memberikan warna merah pada daging ikan, dan sitokrom. Mioglobin pada ikan jumlahnya sangat sedikit, sehingga berdampak pada daging ikan tampak tidak berwarna merah melainkan putih, sehingga daging ikan disebut daging putih. Khromoprotein sering menimbulkan problema dalam pengolahan, yaitu timbulnya diskolorisasi (*greening*) pada pengalengan daging ikan tuna dan daging ikan hiu.

Tabel 5.2. Kandungan asam amino dalam daging ikan

Asam amino	Kandungan (mg %)
Alanin	10,5 – 72,0
Arginin	0 – 5,8
Asam aspartat	1,9 – 12,0
Asam glutamat	8,0 -20,0
Glisin	18,0 – 166,0
Histidin	0 – 470,0
Isoleusin	3,4
Leusin	3,8-7,1
Lisin	1,9-22,8
Metionin	11,6
Penilalanin	0,5-1,8
Prolin	0,5-6,3
Setin	5,6
Treonin	0,5-11,0



Asam amino	Kandungan (mg %)
valin	3,5-4,7

3.2. Lemak

Lemak adalah trigliserida asam-asam lemak, yaitu ester antara gliserol dan asam-asam lemak. Asam-asam lemak yang terikat oleh gliserol adalah asam lemak tidak jenuh dan asam lemak jenuh. Jumlah asam lemak jenuh 17-21% dan asam lemak tidak jenuh 79-83% dari total asam lemak dalam daging ikan. Bentuk ester ini ada yang sederhana tetapi ada yang sangat kompleks misalnya fosfatida (fosfolipida) dan sterol.

a. Fosfatida

Golongan fosfatida adalah lesitin, sefalin, yang keduanya mengandung alkohol. Kholin dan ethanolamine juga termasuk golongan fosfatida. Di samping itu masih ada spingomielin, sphingosin. Lesitin dalam daging sering terikat dengan protein, yang sering disebut lipoprotein.

b. Sterol dan sterol

Yang termasuk dalam sterol adalah kolesterol yang terdapat bebas atau sebagai steroida di dalam sel sel atau jaringan daging ikan (Tabel 5.3). Jumlah kolesterol dalam ikan 0,045-0.15%.

Tabel 5.3. Kandungan asam lemak pada daging ikan

No.	Asam lemak	% total asam lemak
1.	Asam lemak jenuh	
	Asam palmitat	10-20
	Asam miristat	5-7
	Asam stearat	1-3
2	Asam lemak tidak jenuh	



No.	Asam lemak	% total asam lemak
	Asam arakhidonat	18-22
	Asam klupanodonat	7-15
	Asam erucat	12-16
	Gadoleic acid	10-12
	Asam linoleat dan linolenat	10-18
	Asam oleat	7-8
	zoomerac	10-12

Pada ikan berlemak sangat rendah kadar lemaknya 0,1 – 0,3 % (cod dan laying12), sedangkan pada ikan berlemak tinggi (belut, herring dan tuna) kandungan lemaknya 16 – 26 %. Ikan-ikan lain kandungan lemaknya berada diantara kedua kisaran tersebut. Kandungan lemak atau minyak ikan sangat bervariasi, yang diperuhi oleh jenis ikan, umur, musim, ketersediaan makanan dan kebiasaan makan. Simpanan lemak dalam tubuh ikan terdapat dalam daging atau jaringan otot (carp dan herring), hati (cod, 12aying12) atau dalam jeroan, terutama usus kecil. Kandungan asam lemak pada minyak atau trigliserida ikan berbeda dengan asam lemak yang terdapat pada lemak lainnya. Pertama, asam lemaknya umumnya berantai panjang lebih dari 18 (kebanyakan C dan C). Kedua, asam lemak tersebut banyak mempunyai ikatan 20 22 rangkap, misalnya asam lemak EPA dan DHA jumlah ikatan rangkapnya masing-masing 5 dan 6. Di samping itu, minyak ikan mengandung asam lemak esensial yaitu asam lemak yang sangat diperlukan tubuh (karena tubuh tidak dapat mensintesisnya) yaitu asam linoleat, linolenat dan arakhidonat.

3.3. Karbohidrat

Polisakarida dalam daging ikan berupa glikogen yang strukturnya serupa dengan tepung. Glikogen terdapat dalam sarkoplasma diantara myofibril. Kadang-kadang berupa senyawa kompleks dengan protein miogen atau myosin. Glikogen



dalam daging ikan bersifat tidak stabil, mudah berubah menjadi asam laktat melalui glikolisa. Pemecahan melalui glikolisa ini berlangsung sangat cepat sehingga menyebabkan pH daging ikan dapat turun sehingga menyebabkan aktivitas otot naik, Jumlah karbohidrat dalam daging ikan 0,05-0,85%. Jumlah asam alkatat 0.05-0.43%, glukosa 0,038%, dan beberapa hasil proses glikolisa diantaranya asam fruktosafosfor, asam fosfogliserat dan asam piruvat.

3.4. Garam-garam mineral

Kandungan mineral yang terbanyak, dan disebut sebagai makroelemen adalah fosfat, kalsium, potassium, sodium, magnesium, sulfur, dan klorin. Sedangkan golongan mikroelemen adalah besi, tembaga, mangan, kobalt, zink, molybdenum, iodine, bromine, fluorin.

Sebaran mineral dalam tubuh ikan tidak merata. Tulang ikan mengandung banyak mineral fosfat misalnya kalsiumfosfat, kreatinfosfat. Bagian sarkoplasma banyak mengandung mineral potassium, kalsium, magnesium dan klorin. Kalium dan potassium seringkali merupakan bagian protein kompleks. Darah mengandung banyak zat besi sebagai inti dari heme, selain itu zat besi juga terdapat pada sitokrom, dan enzim.

3.5. Vitamin

Daging ikan memiliki vitamin yang terbagi menjadi dua golongan, yaitu vitamin-vitamin yang larut dalam air dan vitamin-vitamin yang larut dalam lemak. Termasuk dalam golongan vitamin yang larut dalam air adalah vitamin B kompleks yaitu thiamin (B1), riboflavin (B2), piridoksin (B6), asam folat, sianokobalamin (B12), akrnitin, biotin, niasin, inositol dan asam pantotenat. Selain itu juga terdapat vitamin C. Termasuk golongan vitamin yang larut lemak adalah vitamin A, vitamin D, vitamin E. Kandungan vitamin pada ikan, lebih banyak terdapat pada organ-organ bagian dalam tubuh ikan daripada bagian daging ikan.



Kandungan vitamin dalam ikan sangat bervariasi, tergantung kadar lemaknya. Ikan berlemak tinggi, seperti 14aying14, tuna, salmon, herring, tawes, sepat dan belut merupakan sumber vitamin A dan D yang baik. Vitamin A dan D tersebut terutama terdapat dalam hati dan jeroan ikan. Hampir semua jenis ikan juga merupakan sumber vitamin B (tiamin), vitamin B 1 2 (riboflavin dan niasin).

Lemak ikan dan minyak hati ikan merupakan sumber vitamin larut lemak (terutama A dan D dan sedikit E dan K) yang penting. Kandungan tiamin, riboflavin dan niasin pada ikan 14aying14e tinggi, dan vitamin-vitamin lain terdapat dalam jumlah yang lebih rendah. Ikan laut umumnya banyak mengandung iodium, di samping merupakan sumber mineral kalsium, fosfor dan besi. Kandungan mineral dalam daging ikan adalah sebagai berikut (dalam mg/kg) : Ca 48 – 420, Mg 240 – 310, fosfor 1730 – 2170, Fe 5 – 248, Cu 0,4 – 1,7 dan I 0,1 – 1,0.

3.6. Zat-zat warna

Daging ikan memiliki zat warna berupa senyawa-senyawa yang larut dalam lemak, antara lain karotenoida, xantofil, taraxanthin dan astaxanthin, yang warnanya bervariasi antara kuning sampai merah. Pigmen-pigmen lain yang terdapat dalam daging ikan berupa protein adalah mioglobin yang 14aying warna merah pada daging, dan hemoglobin yang 14aying warna merah pada darah.

Perubahan warna yang terjadi pada mioglobin dan hemoglobin disebabkan karena oksidasi. Warna yang mula-mula merah coklat cerah dapat berubah menjadi coklat, abu-abu atau kehijauan. Hal ini jelas terlihat pada perubahan warna insang ikan akan terjadi perubahan warna setelah insang mati. Warna coklat atau abu-abu disebabkan karena mioglobin dan hemoglobin berubah menjadi metmioglobin dan methemoglobin, sedangkan warna kehijauan disebabkan terjadi perubahan senyawa pigmen menjadi kholeglobin atau verdohome.



3.7. Enzim

Enzim merupakan katalisa biologis dalam metabolisme protein, karbohidrat dan lemak. Enzim secara kimiawi adalah protein. Enzim banyak terdapat pada hati, pancreas, perut besar, usus halus, ginjal. Enzim dalam daging ikan digolongkan:

- Hidrolase atau enzim hidrolitik yang mengkatalisa proses hidrolisa protein, polipeptida, lemak, karbohidrat dan amida. Contoh: proteinase, peptidase, lipase, amylase, dan amidase.
- Enzim fosforilitik atau fosforilase yang mengkatalisa pemecahan polisakarida
- Enzim oksidasi-reduksi berperan pada peristiwa oksidasi-reduksi berbagai substansi, misal pada proses lipo-oksidasi, contoh: katalase, peroksidase
- Desmolase mengkatalisa reaksi pemecahan rangkaian karbon.

Ketika ikan masih hidup, enzim-enzim berfungsi membentuk atau mensintesa substansi penting yang diperlukan tubuh. Setelah ikan mati, fungsi enzim menjadi rusak.

3.8. Air

Daging ikan terdapat air bebas dan air terikat. Air bebas sifatnya imobil terdapat pada ruang antar sel, plasma-plasma darah dan limpa. Air bebas ini melarutkan berbagai vitamin, garam mineral dan senyawa nitrogen tertentu. Air terikat terdapat bersama-sama dengan protein. Air terikat baru dapat dibekukan dibawah suhu 0oC.

3.9. Cita rasa

Cita rasa terbentuk dari komponen tertentu yang berasal dari protein, lemak dan karbohidrat. Sebelum ikan mengalami kebusukan, umumnya didahului dengan adanya perubahan cita rasa yang mula-mula menyebabkan ikan bertambah enak, tetapi kemudian justru sebaliknya keadaan ikan menjadi tidak dapat dikonsumsi lagi. Perubahan citarasa disebabkan terjadinya degradasi senyawa-



senyawa dimetil beta-priothetin menjadi dimetilsulfida, bau seperti asam yang juga disebabkan adanya dimetilsulfida, bau seperti tanah.

Perubahan citarasa juga disebabkan oleh adanya polutan, misalkan bau kerosene yang seringkali terdapat pada ikan tengiri karena adanya hidrokarbon pada air tempat ikan hidup. Bau tanah berlumpur dan bau ini disebabkan karena terdapatnya 2-pentanon atau dimetilsulfida.

4. SIFAT FISIK DAGING IKAN

4.1. Sifat fisik eksternal

Ikan memiliki sifat-sifat fisik eksternal, antara lain ukuran ikan, bentuk, dan warna ikan, berat spesifik, luasan spesifik, tekstur ikan, dan sifat-sifat fisik internal yaitu panas spesifik, panas laten, konduktivitas panas.

a. Bentuk dan warna ikan

Ikan memiliki berbagai bentuk dan warna yang berbeda-beda. Bentuk ikan dibagi menjadi empat :

- Bentuk torpedo. Bentuk ini adalah paling banyak dijumpai. Contoh, ikan salem, ikan bandeng, ikan mackerel, ikan lemuru (sarden), ikan belanak dan ikan tongkol.
- Bentuk seperti anak panah, misalnya ikan cendro, ikan layur, ikan julung-julung.
- Bentuk seperti laying-layang pipih, misalnya ikan bawal putih, ikan bawal hitam, ikan pari.
- Bentuk seperti ular, misalnya belut darat, sidat, ikan ladu



Bentuk torpedo



Bentuk seperti anak panah



Bentuk seperti layang-layang pipih

bentuk seperti ular

Gambar 5.1. Bentuk ikan

b. ukuran ikan

Ukuran ikan menunjukkan besar dan kecilnya ikan. Pada umumnya ikan dikatakan besar apabila panjangnya lebih dari 20 cm, menengah apabila panjangnya 10-20 cm, dan ikan kecil apabila panjangnya kurang dari 10 cm. Tiap jenis ikan mempunyai ukuran maksimum yang dapat dicapai. Kecepatan pertumbuhan ikan sampai mencapai ukuran maksimum sangat dipengaruhi oleh adanya makanan yang terdapat di dalam air.

c. Berat spesifik

Berat ikan dibagi dengan volumenya, maka akan didapat berat spesifik atau bobot jenis. Berat spesifik daging ikan 1,03-1,5 g/cm³, berat spesifik kulit 1,07-1,12 g/cm³ sedangkan berat spesifik sisik 1,3-1,55 g/cm³. Berat spesifiknya banyak tergantung pada ukuran dan besar ikan. Makin besar ikan, pada umumnya berat spesifiknya makin kecil.

4.2. Sifat-sifat internal

a. Panas spesifik internal

Panas spesifik adalah jumlah panas yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu ikan sebanyak satu derajat celcius. Panas jenis ikan dipengaruhi oleh panas jenis air, protein dan lemak ikan. Pada suhu 0-30°C, panas spesifik secara praktis dikatakan tidak berubah. Di bawah suhu 0°C besarnya panas spesifik bertambah kecil karena sebagian air dalam jaringan ikan akan berubah menjadi es yang mempunyai panas spesifik lebih rendah daripada air.



b. Konduktivitas panas

Kemampuan ikan menerima panas dari luar dipengaruhi oleh besarnya konduktivitas panas (konduktivitas thermal), yaitu besarnya panas yang dapat melalui luasan dan tebal tertentu pada suatu perbedaan suhu dalam waktu tertentu. Besarnya konduktivitas panas ikan dipengaruhi oleh besarnya kadar airnya. Pada suhu 0-30°C besarnya konduktivitas panas tidak banyak mengalami perubahan, tetapi di bawah suhu 0°C konduktivitas panas banyak mengalami perubahan karena sebagian air akan menjadi es.

4.3. Komposisi utama bagian tubuh ikan

Komposisi berat ikan adalah proporsi berat masing-masing bagian/organ tubuh ikan dinyatakan sebagai persentase terhadap berat seluruh tubuh ikan (Tabel 5.4). Hal ini perlu diketahui bahwa tidak semua bagian ikan dapat dikonsumsi, tetapi dapat digunakan sebagai obat-obatan, makanan ternak. Bagian yang dapat dimakan dari ikan bervariasi tergantung bentuk, umur, dan apakah ikan ditangkap sebelum atau sesudah bertelur, tetapi kandungannya antara 45 - 50 % dari berat badan ikan. Ikan berbentuk terpedo seperti *skipjack* (tuna) dan salmon bagian yang dapat dimakannya lebih dari 60 %, sedangkan pada ikan berkepala besar (cod dan polak) atau ikan pipih hanya 35 - 40 %.

Tabel 5.4. Bagian anggota tubuh ikan, komponen utama dan pemanfaatannya

Bagian tubuh ikan	Komponen utama	Produk yang dapat dibuat	Pemanfaatan
Daging ikan	Protein, lemak	Berbagai macam bahan makanan	Food
Telur ikan	Protein, lemak	Berbagai macam bahan makanan	Food
Kepala	Protein, Ca, P, lemak	Tepung ikan	Feed
Tulang dan sirip	Ca, P, senyawa-senyawa nitrogen	Tepung ikan	Feed



Bagian tubuh ikan	Komponen utama	Produk yang dapat dibuat	Pemanfaatan
Kulit	Kolagen	Kulit olahan, lem	Food, feed
Sisik	Kolagen, guanin	Lem	Industry
Kandung kemih	Kollagen	Lem	Industry
Hati	Senyawa nitrogen, vitamin A, Vitamin D, dan B12	Vitamin, berbagai macam makanan	Food, feed, obat-obatan
Alat-alat pencernaan	Senyawa nitrogen, lemak, enzim	Tepung ikan, lemak, enzim	Feed

5. NILAI GIZI IKAN

Ikan mengandung zat-zat makanan, yaitu karbohidrat, lemak, protein, vitamin, vitamin dan air. Namun demikian, ikan merupakan sumber lemak, protein dan vitamin yang berguna bagi tubuh manusia.

5.1. Ikan sebagai sumber lemak

Lemak adalah penghasil energi terbesar, sebab dalam 1 gram lemak dapat menghasilkan 9 kalori energy. Tidak semua ikan mengandung lemak yang tinggi, sebagian lain kadar lemaknya rendah. Berdasarkan kandungan lemak, ikan dibagi menjadi dua golongan, yaitu ikan gemuk (fat) yang merupakan sumber lemak dan ikan kurus (lean) yang kandungan lemaknya rendah (Tabel 5.5). Kandungan lemak pada ikan gemuk diatas 4%, sedangkan ikan kurus, kandungan lemaknya kurang dari 4%.



Tabel 5.5. Hasil perikanan kadar diatas 4% (gemuk) dan dibawah 4% (kurus)

Kandungan lemak rendah (<4%)	Kandungan lemak tinggi (>4%)
Ikan laut : Kod, haddock, Halibut, tenggiri, ikan biru (blue fish), flounder, grouper, Hake, Pollock, Rockfish, Rosefish, Scup, Sea bass, Sea trout, Spot, Whitting, Snapper, Red	Laut : Butterfish, Herring (parang-parang), Mackerel, Salem, Shad
Ikan di budidayakan di darat: Buffalofish, Karper, Herring danau, Duri emas, Tombak emas	Di darat : lele, wader, lake trout
Shellfish : Kepiting, Lobster, Udang, Oyster, Scallops	

Lemak pada ikan memiliki nilai biologis yang tinggi, dibandingkan lemak hewan darat. Sebab lemak ikan mengandung asam lemak lebih lengkap yaitu asam lemak jenuh C_{14} - C_{22} dan asam lemak tidak jenuh dengan ikatan 1-6 ikatan rangkap. Nilai biologik dari masing-masing ikan berbeda-beda. Lemak sardine, nilai biologisnya adalah 98,3%; lemak ikan kod 97,7% dan ikan halibut 85,4%. Tingginya nilai biologis pada lemak ikan disebabkan oleh :

1. Golongan pertama, asam oleat memberikan angka biologic tertinggi
2. Golongan kedua, asam-asam lemak dengan molekul pendek (asam laurat, miristat, kaprat dan kaprilat)
3. Golongan ketiga, asam linoleat dan asam stearat
4. Golongan keempat, asam linolenat



b. Ikan sebagai sumber protein

Kandungan protein daging ikan pada umumnya lebih tinggi daripada daging hewan darat. Protein berperan penting pada pembentukan jaringan, proses pencernaan, penghasil energi. Ikan mengandung asam-asam amino esensial dan asam-asam amino non esensial (Gambar 5.6). Kandungan asam amino esensial pada daging ikan, umumnya sempurna yaitu hampir semua jenis asam amino esensial terdapat pada daging ikan. Tetapi lisin, threonin, isoleusin dan methionin jumlahnya lebih sedikit daripada yang diperlukan manusia.

Tabel 5.6. Kebutuhan asam amino dan jumlah yang dapat disumbangkan dari daging ikan

Asam amino	Kebutuhan per hari untuk orang laki-laki dengan berat ± 75 kg (gram)	Jumlah yang dapat disumbangkan dari 200 gram daging ikan	
		(gram)	%
Threonin	1,0	1,6	160
Valin	1,6	2,0	125
Leusin	2,2	2,8	125
Isoleusin	1,4	2,0	140
Lisin	1,6	3,2	200
Methionin	2,2	1,2	55
Fenilalanin	2,2	1,4	65
Triptophan	0,5	0,4	65

Sumber : Borgstorm, 1962.



Protein ikan memiliki nilai biologis tinggi. Nilai biologis yang tinggi ini dapat turun karena penanganan yang tidak baik. Rata-rata ikan memiliki nilai biologis 89-96% (Tabel 5.7)

Tabel 5.7. Angka biologik beberapa jenis ikan

Jenis ikan	Angka biologik
Herrung, kering	0.93
Mackerel	0,93
Kod	0,97
Kod, kering	0,95
Salem	0,98
Salem, kering	0,93
Ikan merah	0,98

Sumber : Brogstorm, 1962.

c. Ikan sebagai sumber vitamin

Vitamin yang larut lemak yaitu vitamin A dan vitamin D. Vitamin A dan D pada hati ikan dijumpai lebih banyak daripada hati mamalia. Misalkan, hati ikan hiu mengandung vitamin A 50.000 iu/gram, daging hati domba 600 iu/gram. Vitamin D yang terdapat pada beberapa ikan adalah 20.000 – 45.000 iu/gram, sedangkan hati mamalia hanya dalam jumlah kecil bahkan sering kurang dari 1 iu/gram. Selain itu juga terdapat karoten, misalkan pada jenis Crustacea (udang). Beta karoten adalah prekursor vitamin A. Besarnya senyawa-senyawa yang terlarut dalam lemak dipengaruhi oleh :



1. Umur dan ukuran ikan.

Makin tua ikan, biasanya ukurannya makin besar, dan biasanya jumlah vitamin A pada hati juga makin banyak. Contoh ikan yang makin tua makin tinggi kandungan vitamin A dan D pada lemaknya adalah halibut, belut.

2. Musim dan kebiasaan makan

Ketersediaan plankton sangat dipengaruhi oleh musim, oleh karena itu besarnya vitamin A dan D juga terpengaruh oleh musim dan kebiasaan makan.

Vitamin yang larut lemak yang lain adalah vitamin E. Jumlahnya tidak besar 0,01% atau 40-630 mikrogram/gram lemak. Beberapa ikan yang mengandung vitamin E yang agak besar adalah herring (140 ug/g minyak hati), tuna 9160 ug/g minyak hati) dan salem (220 ug/g minyak hati).

6. TAHAPAN PENURUNAN KESEGERAN PASCA PANEN

Ikan, selama hidup tidak mengalami proses pembusukan karena ikan memiliki kandungan glikogen dan pertahanan alami. Pertahanan alami pada ikan dapat terbentuk secara fisik (kulit dan sisik) maupun fisiologis (antibody). Proses pembusukan akan terjadi segera setelah ikan mengalami kematian. Hal itu disebabkan mekanisme pertahanan alami ikan tidak berfungsi secara normal.

Semenjak ikan mengalami kematian, maka akan terjadi serangkaian proses perubahan yang semuanya mengarah pada penurunan kesegaran dan akhirnya pembusukan. Penurunan kesegaran berkaitan dengan energy (glikogen) yang dikandung oleh ikan. Kesegaran ikan tidak bisa ditingkatkan tetapi proses perubahannya dapat dihambat sehingga kesegaran ikan dapat dipertahankan lebih lama. Ikan akan membusuk 12-20 jam setelah ditangkap atau dipanen, tergantung jenis dan kondisi ikan, cara penangkapan, cara penanganan dan kondisi lingkungan. Ikan dengan kandungan glikogen yang tinggi mampu mempertahankan kesegarannya lebih lama.



Kondisi ikan dipengaruhi oleh kerusakan fisik, jumlah populasi mikroba pembusuk. Kerusakan fisik pada tubuh ikan berupa memar akibat benturan dan luka terkena benda tajam merupakan jalan masuk bagi mikroba pembusuk untuk merombak daging ikan.

Cara penangkapan dapat menyebabkan ikan mengalami stress, baik akibat perlakuan kasar, tekanan atau kerusakan fisik. Apabila ikan mengalami stress, ikan membutuhkan energy yang besar, sehingga glikogen yang tersisa semakin sedikit. Akibatnya, ikan menjadi mudah mengalami penurunan kesegaran.

Kesuksesan dalam menghambat penurunan kesegaran ikan sangat dipengaruhi oleh penanganan awal yang diberikan terhadap ikan. Penanganan awal merupakan kombinasi antara pembuangan sumber penyebab proses pembusukan dan dilanjutkan dengan penyimpanan yang baik. Penanganan dapat berupa penyiangan, pendinginan, dan penggunaan beberapa senyawa kimia tertentu.

Kondisi lingkungan tempat penanganan jual berpengaruh pada proses penurunan kesegaran ikan selama penyimpanan. Sanitasi, temperature lingkungan dan kelembaban merupakan komponen yang berperan dalam perubahan setelah ikan mati. Peningkatan temperature lingkungan akan meningkatkan aktivitas enzimatik dan mikroba pembusuk, sehingga mempercepat proses penurunan kesegaran ikan. Oleh karena penanganan dan penyimpanan harus dilakukan pada suhu rendah. Ikan yang disimpan pada suhu 5°C dapat mempertahankan kesegarannya sehingga dapat dikonsumsi hingga hari kelima atau keenam. Kondisi lingkungan Indonesia kurang menguntungkan bagi penanganan ikan segar. Kelembaban yang relative tinggi merupakan lingkungan yang sesuai dengan kebutuhan mikroba, sehingga pertumbuhan mikroba berlangsung cepat.

6.1. Tahap pre-rigor

Perubahan pada pre-rigor diawali dengan hyperaemia yaitu keluarnya lendir dari kelenjar lendir tubuh ikan. Lendir merupakan glukoprotein mucin yang dapat dimanfaatkan mikroba sebagai media pertumbuhan. Keluarnya lendir merupakan



bentuk reaksi alami yang terjadi pada awal kematian. Ikan mati, jantung ikan berhenti memompa. Sehingga sirkulasi darah di dalam tubuh ikan terhenti, akibatnya tidak ada lagi suplai oksigen ke dalam jaringan tubuh ikan. Dampaknya adalah proses sintesis Adenosin Triphosphat (ATP) menjadi terhenti karena rantai pernafasan maupun mekanisme fosforilasi oksidatif tidak berfungsi. Ikan yang telah mati, hanya dapat memanfaatkan ATP yang tersisa dalam tubuhnya.

Otot ikan yang mati cenderung melakukan kontraksi sehingga daging menjadi tegang (keras). Otot ikan terdiri dari komponen aktin dan myosin. Dalam kondisi normal, aktin dan myosin berada pada posisinya. Namun pada saat kontraksinya, aktin dan myosin akan membentuk aktomiosin. Untuk mempertahankan aktin dan myosin tetap terpisah, maka diperlukan energy dalam bentuk ATP, yang dapat diperoleh dari perombakan glikogen di dalam otot menjadi glukosa melalui proses glikolisis an aerob.

Pemecahan glikogen menghasilkan asam laktat yang akan meningkatkan keasaman daging. pH akhir daging tergantung pada jenis ikan, namun sekitar 6.4-6.8. Nilai pH tersebut relative lebih tinggi dibandingkan dengan ternak yang lain, sehingga ikan lebih mudah mengalami proses pembusukan dibandingkan produk ternak.

Perombakan glikogen akan menghasilkan asam laktat yang menyebabkan daging ikan bersifat asam, sehingga aktivitas ATP-ase dan kreatinin fosfatase akan meningkat dalam merombak ATP dan keratin fosfat untuk memperoleh energy. ATP-ase akan merombak ATP menjadi ADP+P, sedangkan enzim keratin fosfatase dapat membentuk ATP dari ADP + keratin fosfat. Dengan demikian, awal kematian ikan, jumlah ATP relative konstan dan keratin fosfat tidak menurun.

Cadangan ATP yang ada di dalam otot ikan akan terurai menjadi Adenosin diphosphat (ADP), kemudian diurai lebih lanjut menjadi Adenosin monophosphat (AMP) dan inosin monophosphat (IMP) berdasarkan reaksi defosforilasi dan deaminasi. Tahap selanjutnya, IMP akan terdegradasi menjadi hipoksantin (Hx) dan ribose.



Kandungan ATP dan keratin fosfat lama kelamaan akan menurun. Sehingga saat terjadi kontraksi otot, daging tidak memiliki energy yang cukup untuk menghambat aktivitas aktin dan myosin selama proses relaksasi. Hal ini berarti bahwa daging tidak memiliki energy untuk memisahkan aktin dan myosin sehingga daging menjadi kaku.

Ikan yang berada pada tahap pre-rigor masih dapat dianggap sebagai ikan segar karena memiliki sifat seperti ikan yang masih hidup. Tahap pre-rigor, daging ikan memiliki karakteristik kering, tidak ada cairan dan pH mendekati normal. Tahap pre-rigor berlangsung 1-7 jam setelah ikan mati. Faktor yang mempengaruhi adalah jenis ikan, kondisi ikan, suhu lingkungan.

6.2. Tahap rigor mortis

Tahap rigor mortis ditandai dengan perubahan tekstur daging ikan yaitu semula kenyal dan elastic pada tahap pre-rigor secara bertahap menjadi kaku, keras dan kehilangan kelenturannya. Hal ini terjadi karena aktivitas aktin dan myosin. Ikan yang berukuran kecil dan ikan yang kenyang relative memiliki masa pre rigor mortis lebih singkat karena enzim-enzim proteolitik yang terdapat didalam saluran pencernaan masih banyak dan aktif. Ikan yang berukuran besar, enzim proteolitik di dalam saluran pencernaan dapat dikurangi dengan penyiangan, tetapi sulit dilakukan pada ikan-ikan kecil.

Myosin merupakan komponen daging ikan yang memiliki kepala ganda pada salah satu ujungnya. Pada bagian kepala ini terdapat bagian-bagian aktif yang mengandung senyawa kimia. Senyawa kimia ini akan berperan aktif dalam kontraksi otot. Aktivasi ATPase, pada bagian-bagian enzimatis dari myosin, membutuhkan ion magnesium dan kalsium. Ion magnesium dan kalsium mengendalikan aktivitas ATPase pada myofibril yang berperan dalam kontraksi otot. Apabila ion Ca^{2+} dalam sarkoplasma meningkat, aktivitas sistem aktomiosin-ATPase meningkat dan myofibril akan mampu merombak ATP menjadi ADP+Pa. Enzim ATPase akan menghidrolisis ATP sehingga energy untuk kontraksi otot tersedia.



Kontraksi aktin dan myosin akan memperpendek otot daging sehingga 20-50% dari panjang sarkomere semula. Pada saat kontraksi, myosin akan melepaskan ADP+P dan secara bersamaan aktin akan melepaskan diri sehingga memungkinkan terbentuknya molekul $Mg-ATP^{-2}$ dibagian enzimatis myosin, sehingga terbentuk kompleks substrat-enzim. Molekul $Mg-ATP^{-2}$ akan berperan sebagai “*plasticizing effect*” yang dapat menyebabkan pemisahan aktin dan myosin sehingga panjang sarkomer kembali seperti awal.

Penurunan ATP menyebabkan pembentukan $Mg-ATP^{-2}$ tidak dapat berlangsung sehingga aktin dan myosin bereaksi membentuk aktin dan myosin yang dicirikan dengan kaku dan mengejangnya daging ikan. Proses pengejangan pada ikan, biasanya dimulai dari ekor dan menyebar ke arah kepala. Ekor merupakan bagian yang paling aktif, sehingga diduga cadangan glikogennya yang paling rendah. Akibatnya, tahap pre-rigornya lebih singkat dibandingkan bagian tubuh yang lain.

Waktu yang diperlukan untuk berada pada tahap rigor tergantung pada spesies ikan, kondisi ikan, dan temperature ikan. Lama dan intensitas rigor berkisar 30-120 jam tergantung spesies, temperature, dan kondisi ikan. Pada tahap akhir rigor, nilai pH daging ikan secara perlahan-lahan akan meningkat sehingga yang semula asam menjadi sedikit basa karena terbentuknya senyawa volatile yang bersifat basa, seperti ammonia, trimetil amin (TMA), indol dan sebagainya.

6.3. Tahap post rigor mortis

Perubahan selama tahap pre- rigor dan rigor mortis belum memberikan perubahan nyata atau dapat dikatakan kondisi daging relative sama dengan ikan hidup. Oleh karena itu sampai tahap rigor, ikan masih digolongkan sebagai ikan segar. Namun demikian, memasuki tahapan post-rigor mortis mulai terjadi pembusukan. Pada tahap post rigor mulai terbentuk warna, rasa, bau dan tekstur yang tidak diharapkan dan menjadi indikator tingkat kesegaran ikan. Penyebab proses perombakan pada tahap ini adalah aktivitas enzim, mikroba pembusuk dan oksigen.



Jenis ikan mempengaruhi kecepatan proses pembusukan. Ikan yang bentuknya pipih akan lebih cepat mengalami proses pembusukan dibandingkan dengan ikan bulat. Ikan gemuk (fatty fish) lebih mudah mengalami proses pembusukan dibandingkan ikan kurus (lean fish). Ikan yang mengandung trimetil amin oksida (TMAO) yang tinggi akan mengalami proses pembusukan yang lebih cepat dibandingkan yang kurang mengandung senyawa tersebut. Oleh karena itu ikan laut yang mengandung TMAO lebih tinggi dibandingkan air tawar, akan mengalami proses pembusukan lebih cepat.

6.3.1. Perubahan otolisis

Otolisis merupakan proses perombakan oleh enzim yang terdapat pada daging ikan. Ketika ikan masih hidup, enzim mempercepat reaksi menghasilkan perubahan bahan pangan, membantu tubuh mensintesa komponen bahan pangan menjadi jaringan atau mengganti sel-sel yang telah rusak. Setelah ikan mati, maka enzim tersebut tetap aktif namun berperan dalam perombakan. Karena tidak ada pangan yang masuk, maka enzim akan merombak jaringan daging ikan.

Proses otolisis dapat berlangsung cepat, terutama ikan kecil, karena proses metabolisme lebih cepat. Ikan yang lambungnya penuh pangan, proses otolisis berlangsung cepat karena enzim paling aktif pada saat lambung penuh pangan. Pada tahap awal enzim akan merombak jaringan otot sehingga daging ikan menjadi lebih lunak. Perubahan otolisis dapat dilihat pada awal tahap pembusukan adalah hancurnya dinding perut ikan yang saluran pencernaannya terisi pangan dan tidak disiangi. Sebab aktifitas enzim pencernaan paling tinggi dan akan segera mencerna dinding usus dan jaringan disekitarnya menjadi lunak.

Beberapa reaksi otolisis masih tetap berlangsung meskipun ikan disimpan pada suhu rendah meskipun prosesnya lambat. Trimetil amin oksida (TMAO) akan dirombak menjadi senyawa trimetil amin (TMA), kemudian dirombak lagi menjadi dimetilamin dan formaldehid. Lemak akan dirombak melalui proses hidrolisis menjadi asam lemak dan gliserol. Ikan segar memiliki karakter rasa yang khas daging ikan segar karena adanya asam inosinik. Perombakan asam ini selama



otolisis menyebabkan ikan kehilangan rasa khas tersebut. Hipoksantin merupakan salah satu senyawa hasil perombakan asam inosinik, yang menimbulkan rasa pahit.

Aktivitas otolisis dipengaruhi oleh temperature dan dapat dihambat dengan penurunan suhu dibawah titik beku. Enzim masih mampu bekerja pada suhu -17.8°C tetapi sangat lambat, sehingga ikan yang disimpan selama beberapa minggu atau beberapa bulan akan mengalami perubahan aroma dan cita rasa menjadi abnormal.

6.3.2. Perubahan kimiawi

Kandungan lemak pada ikan berbeda-beda tergantung pada spesiesnya., dan sebagian besar adalah lemak tidak jenuh yang memiliki beberapa ikatan rangkap. Lemak dengan ikatan rangkap bersifat tidak stabil dan relative mudah mengalami proses oksidasi. Selama penyimpanan dapat menyebabkan terbentuknya senyawa yang berperan pada pembentukan aroma, cita rasa dan penampakan.

Oksidasi lemak merupakan penyebab utama penurunan kualitas (ketengikan) pada ikan segar yang disimpan pada suhu rendah. Daging ikan kurus (lean fatty) tidak menjadi tengik selama penyimpanan beku, tetapi menghasilkan aroma dan cita rasa yang tidak diinginkan. Ikan gemuk memiliki masa simpan yang relative singkat pada suhu beku karena terjadinya proses ketengikan oksidatif. Oksidasi dipengaruhi beberapa factor yaitu kondisi ikan saat ditangkap, musim, daerah penangkapan, penyiangan, pendinginan dan penyimpanan. Proses oksidasi akan berlangsung lebih cepat pada suhu tinggi. Proses oksidasi membutuhkan oksigen, dengan demikian laju reaksi dapat dihambat dengan menghalangi kontak antara udara dengan produk. Beberapa senyawa kimia dapat menghambat (antioskidan) dan dapat mempercepat oksidasi (katalis, prooksidan).

6.3.3. Perubahan mikrobiologis

Pembusukan mikrobiologis merupakan prose pembusukan pada ikan yang disimpan pada suhu dingin. Proses pembusukan ini terkjadi karena adanya kontaminasi mikrobial, kondisi lingkungan yang cocok untuk pertumbuhan



mikrobia dan penurunan kualitas bahan pangan. Proses pembusukan mikrobiologis tidak akan dimulai hingga tahapan rigor mortis berakhir, yaitu ditandai dengan lunaknya daging ikan dan pengeluaran cairan dari serta otot.

Jenis mikrobia utama penyebab proses pembusukan adalah bakteri. Bakteri ini terdapat di permukaan lendir (kulit), insang, dan saluran pencernaan. Jumlah bakteri dipengaruhi oleh musim dan lingkungan. Jenis bakteri yang terdapat dalam ikan menggambarkan jenis bakteri di dalam air dimana ikan tersebut ditangkap.

Ikan dapat mengalami proses pembusukan dari permukaan dalam maupun luar. Dari permukaan dalam, mikroba masuk melalui insang ke sistem vascular, melalui ginjal, dan masuk ke daging. Kondisi insang yang lunak dan berair merupakan tempat ideal untuk pertumbuhan bakteri pembusuk. Pertumbuhan bakteri di insang menyebabkan terbentuknya bau dan warna yang tidak diinginkan. Jika warna insang kecoklatan atau kehijauan, menandakan ikan sudah membusuk.

Ikan dapat mengalami proses pembusukan melalui saluran pencernaan. Dari permukaan luar, ikan mengalami proses pembusukan karena terkontaminasi oleh kotorannya sendiri. Jenis bakteri pembusuk pada suhu rendah, *Pseudomonas*, *Achromobacter* dan *Flavobacterium*. Sedangkan pada suhu tinggi didominasi oleh *Micrococcus* dan *Bacillus*.

7. KERUSAKAN IKAN

Ikan merupakan bahan pangan yang sangat mudah rusak, baik secara biokimia maupun mikrobiologi. Kerusakan biokimia didorong adanya aktivitas enzim-enzim dan reaksi-reaksi biokimia yang masih berlangsung pada ikan segar. Kerusakan secara biokimia disebut otolisis yang artinya kerusakan oleh diri sendiri. Ketika ikan masih hidup, enzim-enzim melakukan aktivitas metabolisme senyawa baik karbohidrat, lemak maupun protein. Setelah ikan mati, maka suplai oksigen terhenti, sehingga enzim-enzim kehilangan bahan untuk menjalankan fungsinya. Akibatnya enzim akan membongkar senyawa-senyawa apapun yang ditemuinya. Senyawa-senyawa makromolekul seperti protein, lemak dan protein diubah



menjadi senyawa-senyawa mikromolekul yang akhirnya terbentuk senyawa yang baunya tidak sedap dan mudah menguap.

Kerusakan mikrobiologi disebabkan aktivitas mikrobia. Tubuh ikan merupakan substrat bagi mikrobia karena menyediakan senyawa-senyawa yang dapat menjadi nitrogen, karbon serta nutrient lain untuk kehidupannya. Senyawa makromolekul yang terdapat pada ikan tidak dapat digunakan langsung oleh mikrobia, sehingga proses otolisa yang memecah makromolekul menjadi mikromolekul sangat membantu menyediakan kebutuhan mikrobia. Namun demikian, senyawa mikromolekul yang tersedia oleh proses otolisa masih kurang, sehingga mikrobia memacu proses otolisa dengan cara mengeluarkan enzim-enzim yang akan membongkar senyawa dalam tubuh ikan. Sehingga semua senyawa dibongkar, dan akhirnya daging ikan menjadi rusak dan akhirnya busuk.

Mikrobia yang berperan pada proses pembusukan adalah bakteri. Bakteri telah ada pada ikan sewaktu hidup, yaitu pada insang, ginjal, kotoran dan permukaan tubuh. Perkembangan bakteri diawali dari insang dan ginjalnya kemudian menyerang daging melalui system pembuluh darah sampai akhirnya menyerang kulit dan peritoneumnya. Tahapan pembusukan dapat dikategorikan melalui tiga tahap, yaitu:

1. Diawali terjadi kontaminasi oleh mikrobia pembusuk dan terjadi perkembangan populasi secara cepat. Pada tahap ini belum terjadi pembongkaran senyawa-senyawa yang ada.
2. Pembongkaran senyawa-senyawa mikro yang sudah ada pada daging ikan, misalnya asam amino bebas, dipeptida, asam laktat, gula-gula reduksi oleh mikrobia untuk kehidupannya. Pada tahap ini mulai terbentuk senyawa yang menimbulkan bau busuk, misalnya karbondioksida, *hydrogen sulfide*, asam-asam organik, ammonia.
3. Pemecahan makromolekul terutama protein oleh enzim-enzim protease yang dihasilkan oleh mikrobia pembusuk. Tahap ini, umumnya terjadi setelah senyawa mikromolekul telah habis dikonsumsi mikrobia. Hasil pemecahan



protein akan dihasilkan peptide-peptida dan asam amino yang bila terjadi pembongkaran menjadi metabolit yang menyebabkan bau busuk.

7.1. Kerusakan selama penanganan ikan

Penanganan ikan yang baik harus dilakukan untuk mendapatkan ikan dalam kondisi baik. Apabila penanganan ikan tidak baik, maka ikan dapat mengalami kerusakan. Kerusakan yang terjadi selama penanganan ikan dapat disebabkan oleh kondisi ikan atau cara penanganan yang dilakukan.

a. **Memar**

Memar pada ikan dapat terjadi karena penggunaan pukot harimau, terbentur benda keras, atau tertindik selama penangkapan atau pengangkutan. Benturan antara ikan dengan benda keras dapat merusak jaringan daging ikan. Pada bagian memar ini, enzim pengurai mulai aktif untuk merombak senyawa kompleks menjadi senyawa lebih sederhana. Sehingga bagian daging yang memar lebih cepat membusuk. Hilangnya pertahanan alami, berupa sobeknya kulit, menyebabkan ikan mudah terserang mikroba.

b. **Luka**

Penangkapan dengan jarring insang, pukot harimau dan pancing dapat menyebabkan luka pada ikan. Apabila tidak segera ditangani, maka luka tersebut menjadi pintu masuknya mikroba pada tubuh ikan. Yang mengakibatkan terjadinya kerusakan lebih lanjut pada tubuh ikan.

c. ***Burst Belly***

Mikroba pada tubuh ikan terdapat di kulit, insang dan saluran pencernaan. Pada saat ikan masih hidup, mikroba hidup dalam keseimbangan sehingga tidak menimbulkan efek merugikan. Ikan yang tertangkap dalam keadaan kenyang, maka terdapat banyak enzim pencernaan dalam saluran pencernaan, yang ketika masih hidup berperan dalam proses pencernaan. Setelah ikan mati, enzim tetap bekerja untuk merombak senyawa kompleks dan aktivitasnya akan meningkat sejalan dengan peningkatan suhu tubuh ikan. Akibat tidak ada



pasokan pangan dari luar tubuhnya, maka enzim akan merombak atau mencerna jaringan disekitarnya terutama dinding perut. Ikan yang memiliki dinding perut tipis seperti kembung, perutnya akan pecah dan saluran pencernaan yang ada di dalamnya akan terlihat dari luar. Peristiwa pecahnya dinding perut ikan yang disebabkan aktivitas enzim disebut *burst belly*.

d. Melanosis

Melanosis adalah peristiwa terbentuknya bercak orange pada tubuh ikan, terutama udang. Bercak orange yang terbentuk merupakan hasil perubahan kimiawi enzimatis yang sering disebut melanosis atau melanogenesis pada pigmen udang. Reaksi oksidasi enzimatis yang terjadi pada asam amino tirosin oleh enzim tironese akan menghasilkan pigmen melamin.

e. Black spot

Black spot merupakan salah satu indikator penurunan kualitas udang segar yaitu terbentuknya bintik hitam. *Black spot* sangat dipengaruhi oleh adanya radiasi sinar matahari terhadap permukaan kulit. Bintik hitam terbentuk melalui serangkaian reaksi biokimiawi. Pada udang, melanosis terlihat lebih nyata, bercak hitam akan timbul beberapa jam setelah panen apabila tidak dilakukan pendinginan.

Pembentukan *black spot* pada udang sangat dipengaruhi oleh besarnya konsentrasi substrat tirosin pada kulit (kitin) udang, oksigen, dan tironase. Enzim tyrosine akan mengubah tirosin menjadi melanin berwarna hitam yang menutupi hampir seluruh permukaan kulit. Pembentukan bercak hitam dapat dihambat melalui proses inaktivasi enzim tironese, dengan cara perebusan atau dengan penambahan asam askorbat atau natrium bisulphate (NaHSO_3) ke dalam larutan garam yang dingin.

f. Freezer burn

Teknik penyimpanan beku dapat dilakukan untuk mempertahankan kesegaran ikan, namun apabila teknik pembekuannya tidak tepat, kerusakan ikan akan tetap terjadi. Proses pembekuan dapat dilakukan dengan cepat (*quick freezing*) dan lambat (*slow freezing*). Proses pembekuan lambat akan menghasilkan



Kristal es yang berukuran besar dan tajam, yang dapat merusak jaringan daging ikan. Saat dithawing, jaringan daging ikan yang telah rusak tidak dapat mempertahankan cairan yang dikandungnya, sehingga akan keluar sebagai drip.

Freezer burn adalah penurunan kualitas ikan karena kontak dengan udara dingin. Bagian luar membeku lebih cepat dibandingkan bagian dalam. Lapisan daging bagian luar tidak hanya mongering tetapi menyebabkan sel-sel daging pecah. Ikan yang mengalami *freezer burn* tetap aman dikonsumsi.

g. Ketengikan

Ikan dapat digolongkan berdasarkan kandungan lemaknya yaitu ikan gemuk dan ikan kurus. Lemak yang terkandung dalam daging ikan sebagian besar adalah tidak jenuh, sehingga cenderung mudah mengalami perombakan. Ikatan rangkap pada lemak akan dioksidasi oleh oksigen, sehingga terbentuk senyawa lemak yang beraroma tengik. Perombakan ini akibat proses oksidasi yang jika berlanjut akan menghasilkan senyawa aldehid, keton dan asam butirat yang berbau kurang sedap.

h. **Mikrobia pembusuk**

Kerusakan yang dialami ikan selama penyimpanan suhu rendah adalah kerusakan biologis. Kerusakan tersebut disebabkan adanya aktivitas mikrobia yang merugikan. Ketika masih hidup, ikan memiliki pertahanan alami yang dapat mengendalikan aktivitas mikroba. Namun ketika sudah mati, pertahanan alaminya tidak seimbang, sehingga faktor lingkungan lebih dominan menentukan mikroba yang akan tumbuh lebih baik. Peningkatan pH dan suhu tubuh ikan memungkinkan mikroba pembusuk tumbuh lebih baik dibandingkan mikroba yang lain. Ikan mati memiliki pH 6.5-6.8, kemudian nilai pH akan menurun hingga 5.8-6.2. Jika tidak ditangani dengan baik, pH akan meningkat kembali mendekati pH netral. Titik awal peningkatan pH merupakan indikator bahwa mikroba dapat beradaptasi dengan kondisi lingkungannya.

Mikroba pembusuk akan mengeluarkan enzim yang akan mencerna bahan pangan disekelilingnya sehingga menyebabkan bahan pangan tersebut menjadi



senyawa yang lebih sederhana yang beraroma busuk dan tidak layak dikonsumsi. Enzim akan merombak protein menjadi ammonia dan hydrogen sulfida, karbohidrat menjadi alcohol dan lemak menjadi keton dan asam butirat. Ciri peningkatan aktivitas mikroba pembusuk pada bahan pangan adalah tercium bau busuk, bahan pangan menjadi lunak berair, nilai pH meningkat mendekati normal dan sebagainya.

i. Mikroba pathogen

Kerusakan yang ditimbulkan oleh mikroba pathogen adalah meningkatnya konsentrasi metabolit sekunder yang dapat menyebabkan timbulnya penyakit, baik berupa keracunan maupun gangguan kesehatan. *Clostridium botulinum* adalah bakteri yang dikenal sebagai penghasil racun mematikan. Bakteri ini terdapat pada produk pengalengan ikan. Contoh jenis mikroba pathogen yang digunakan sebagai indikator keamanan pangan adalah *E. coli*, *Salmonella*, *S. aureus*.

j. Senyawa racun

Sebagian besar ikan aman untuk dikonsumsi namun ada beberapa jenis ikan yang secara alami mengandung racun, baik karena seluruh badannya mengandung racun maupun bagian tertentu saja. Sebagian besar ikan beracun hidup di perairan tropis dan sub tropis. Ikan yang secara alami beracun disebut biotoksin, berbeda dengan ikan yang menjadi beracun karena terkontaminasi bahan kimia atau polutan. Ada tiga jenis biotoksin yaitu *ciguatera*, *puffer fish poisoning* dan *paralytic shellfish*. Keracunan *ciguatera* banyak dialami bila mengkonsumsi ikan yang biasa hidup di lingkungan karang. Ikan ini beracun apabila mengkonsumsi pangan beracun yang ada disekitarnya dan menjadi tidak beracun setelah beberapa saat tidak mengkonsumsi pangan tersebut. Manusia akan mengalami keracunan ketika mengkonsumsi ikan ini sedang dalam keadaan beracun.

Puffer fish poisoning adalah keracunan yang diakibatkan karena mengkonsumsi ikan dari keluarga *Tetraodontidae*, misalnya ikan buntal. Ikan ini mengandung tetrodotoksin dalam gonad, hati, usus dan kulitnya, sedangkan bagian



dagingnya tidak beracun. Selain itu juga terdapat pada ikan parrot, kodok dari genus *Atelopus*, *octopus* dan kepiting xanthid.

Paralytic shellfish poisoning adalah keracunan akibat mengonsumsi jenis kerang-kerangan yang hidup di perairan yang ditumbuhi dinoflagellata dalam konsentrasi tinggi.

Bahan pangan yang semula tidak beracun dapat berubah menjadi beracun karena beberapa hal, yaitu pendinginan kurang sempurna sehingga memungkinkan mikroba merugikan berkembangbiak; keterlambatan pendinginan; infeksi pekerja; kontaminasi silang antara ikan segar dan kurang segar.

7.2. Kerusakan berdasarkan senyawa yang didegradasi

7.2.1. Degradasi protein

Degradasi protein hanya terjadi pada tingkat lanjut, pada tahap permulaan tidak terjadi degradasi protein. Pada tahap akhir, dimana metabolit sederhana telah habis, maka protein dan senyawa makromolekul akan mengalami degradasi. Protein akan terpecah menjadi dipeptida, asam amino, trimetilaminoksida dan senyawa nitrogen lainnya. Kemudian degradasi selanjutnya akan menghasilkan senyawa yang berbau tidak sedap, yaitu putresin, isobutilamin, isoamilamin, kadarevin, ammonia, hidrogensulfida, karbondioksida, trimetilamin, asam asetat, metal alcohol, indol.

7.2.2. Degradasi lemak

Degradasi lemak akan menyebabkan bau tengik (rancid) yang disebabkan karena oksidasi atau hidrolisa lemak. Keduanya dapat terjadi karena aktivitas maupun kegiatan bakteri, jamur dan yeast. Hidrolisa lemak dilakukan oleh enzim lipolitik. Enzim lipolitik dapat membebaskan asam-asam lemak dari trigliserida serta meninggalkan mono atau digliserida atau gliserol bebas. Lipida kompleks seperti lesithin dapat terhidrolisis oleh enzim lesitinase. Pembebasan asam-asam lemak



yang disebabkan oleh hidrolisa lemak dapat menyebabkan bau pada daging ikan. Hidrolisa berjalan lambat pada suhu rendah, sedangkan pada suhu tinggi akan berjalan cepat. Hidrolisa oleh enzim lipase dapat menghasilkan asam-asam lemak bebas rantai pendek, misalkan butirat (C4), asam kaproat (C6), asam kaprilat (C8), asam kaprat (C10). Asam-asam lemak tersebut menyebabkan bau tengik, sedangkan pelepasan asam laurat dan miristat menyebabkan bau ikan seperti sabun.

Oksidasi lemak akan menghasilkan hidroperoksida, kemudian oksidasi lebih lanjut akan menghasilkan aldehid dan keton misalnya metal-keton, metal-etil keton, metal-amil keton. Apabila keton tersebut tereduksi dapat menghasilkan alkohol-alkohol sekunder.

7.2.3. Degradasi karbohidrat

Degradasi karbohidrat terjadi melalui reaksi glikolisis. Keadaan yang anaerob, menyebabkan glikolisis akan menghasilkan asam laktat yang dapat meningkatkan keasaman daging ikan, yang akan mengundang banyak bakteri berkembang dan enzim-enzim yang dapat menyebabkan kerusakan pada ikan.

7.2.4. Diskolorisasi

Terjadinya diskolorisasi terjadi pada senyawa pigemn pada ikan, misalnya hemoglobin dan mioglobin yang disebabkan oksidasi. Warna yang semula merah cerah dapat berubah menjadi coklat, abu-abu atau kehijauan. Warna insang akan mengalami perubahan setelah ikan mati beberapa waktu lamanya. Warna coklat atau abu-abu disebabkan karena hemoglobin dan mioglobin berubah menjadi methemoglobin dan metmioglobin, sedangkan warna kehijauan terjadi karena transformasi senyawa pigemn tersebut menjadi kholeglobin atau verdohome.



7.2.5. *Off flavor* (Perubahan cita rasa menjadi tidak enak)

Perubahan cita rasa pada ikan disebabkan karena degradasi protein, lemak dan karbohidrat. Sebelum ikan menjadi busuk, biasanya didahului timbulnya perubahan cita rasa yang mula-mula menyebabkan ikan bertambah enak, kemudian menjadi tidak dapat dikonsumsi lagi. Misalnya pada ikan salem dapat berbau seperti minyak tanah karena degradasi dimetil beta-propiothetin menjadi dimetilsulfida, bau seperti buah beri asam yang juga disebabkan adanya dimetilsulfida, bau seperti tanah.

8. MUTU IKAN

Ikan merupakan bahan pangan yang mudah sekali busuk. Tanpa penanganan yang baik, segera setelah ikan ditangkap maka akan mengalami penurunan mutu yang drastic, biasanya didahului dengan kekakuan kemudian terjadi proses dekomposisi yang arahnya ke pembusukan.

Metode penentuan kesegaran Kesegaran ikan dapat ditentukan dengan cara fisik, khemis, dan secara mikrobiologi, sensoris.

8.1. Cara menentukan kesegaran secara fisik

Parameter yang sering dilakukan untuk menentukan kesegaran ikan adalah:

1. Kenampakan luar

Kenampakan segar dan cerah pada ikan yang masih segar. Belum ada noda-noda diskolorisasi. Kenampakan menjadi makin suram karena timbulnya lendir sebagai akibat masih berlangsungnya proses biokimiawi dan mulai berkembangnya mikrobial

2. Elastisitas daging ikan

Ikan yang masih segar apabila dibengkokkan akan segera kembali ke posisi semula. Elastisitas ini karena belum terputusnya benang-benang daging.

3. Keadaan daging

Ikan yang segar, dagingnya kenyal, bila ditekan dengan jari maka bekasnya segera kembali. Daging ikan belum kehilangan cairan dagingnya sehingga



ikan masih kelihatan basah. Karena kerusakan benang-benang dagingnya, ikan yang segar makin lama akan makin kehilangan kesegarannya, timbul cairan sebagai tetes-tetes (drip) dan daging kehilangan tekstur kenyalnya

4. Keadaan insang dan sisik

Ikan yang masih segar, warna insangnya sudah coklat gelap. Insang merupakan pusat darah mengambil oksigen dari udara. Kematian ikan menyebabkan fungsi darah berhenti. Darah (hemoglobin) dapat teroksidasi sehingga warnanya berubah menjadi merah gelap. Sisik ikan yang segar, masih melekat kuat.

5. Cita rasa (flavor)

Belum ada tanda-tanda bau busuk, bau asamatau bau-bau yang lain.

Ikan segar dapat dibedakan dengan ikan yang sudah rusak dapat dilihat dari tanda-tandanya (Tabel 5.8).

Tabel 5.8. Pengamatan parameter ikan segar dan ikan yang mutunya buruk

Parameter	Ikan segar	Ikan yang mutunya buruk
1. warna kulit	Terang, cerah dan tidak suram	Tidak cerah dan suram
2. Sisik	Masih melekat dengan kuat	Sisik mudah dilapaskan
3. Mata	Jernih, tidak suram dan melotot	Suram, tenggelam ke dalam tempat mata
4. Daging	Segar, elastis, apabila ditekan dengan jari bekasnya lekas kembali ke posisi semula	Tidak segar, lemas dan tidak mudah kembali ke posisi semula apabila ditekan dengan jari



Parameter	Ikan segar	Ikan yang mutunya buruk
5. Bau	Tidak memberikan tanda-tanda busuk atau berbau asing	Busuk dan asam
6. Lendir	Tidak terdapat lendir pada permukaannya. Kalaupun ada jumlahnya tidak banyak	Banyak terdapat lendir di permukaan badannya
7. dalam air	Ikan tenggelam	Ikan mengapung

8.2. Metode kimia

Kesegaran ikan ditentukan dengan cara mengukur komponen-komponen yang terbentuk selama proses penurunan mutu ikan (proses pembusukan ikan) setelah ikan mati.

1. pH daging ikan. Ikan yang tidak segar memiliki pH lebih basis dibandingkan ikan segar. Hal itu disebabkan timbulnya senyawa yang bersifat basis terutama yang volatile, misalnya ammonia, trimetilamin, dan senyawa volatile lainnya.
2. Kandunga hipoxanthin. Hipoxanthin berasal dari pemecahan ATP. Makin tinggi hipoxantin, makin rendah kesegaran ikan. kadar yang masih dapat diterima adalah 5 $\mu\text{M/g}$ ikan, diatas angka itu ikan dinyatakan tidak segar lagi.
3. Pengukuran trimetil amin (TMA)
Trimetil amin digunakan untuk mengukur kesegaran ikan laut. TMA adalah salah satu senyawa volatile yang terdapat dalam jumlah kecil pada ikan air tawar tetapi terakumulasi dalam jumlah besar pada ikan laut. Senyawa TMA merupakan hasil reduksi Trimetil amin Oksida (TMAO) oleh bakteri



pembusuk dan proses pembentukannya dapat berlangsung selama penyimpanan an aerob. Nilai TMA tidak memberikan informasi mengenai awal perubahan otolisis atau tingkat kesegaran, tetapi hanya menunjukkan adanya perubahan tingkat kesegaran. Kualitas ikan air tawar termasuk kategori baik apabila kandungan TMA lebih kecil dari 1,5 mg TMA-N/100 g ikan. Batas penerimaan konsumen terhadap kandungan TMA ikan air laut 10-15 mg TMA-N/100 g ikan.

4. Kandungan Total Volatil Basa (TVB)

Konsentrasi TVB akan meningkat dengan bertambahnya lama penyimpanan. Batas penerimaan konsumen terhadap TVB ikan 30-35 TVB-N/100 g ikan. Kadar TVB akan meningkat dengan menurunnya kesegaran ikan. Metode TVB banyak dilakukan untuk menentukan tingkat kebusukan pada ikan-ikan yang mengandung TMAO rendah, seperti ikan air tawar.

5. Kerusakan lemak pada daging ikan

Kerusakan lemak dapat terjadi karena oksidasi baik secara otooksidasi (enzimatik) maupun nonenzimatik. Pemeriksaan lemak dapat dilakukan dengan memeriksa kandungan peroksida ataupun jumlah malonaldehid yang biasanya dinyatakan dengan angka TBA (thiobarbituric acid).

8.3. Menentukan kesegaran ikan secara mikrobiologi

Ikan dengan kandungan mikrobia yang banyak akan cepat busuk. Pemeriksaan jumlah bacteria adalah yang paling tepat digunakan untuk menentukan kesegaran ikan. Dua macam pengujian yaitu mikrobiologi secara tepat dan cara praduga (pendugaan). Pengujian mikrobia secara tepat dikerjakan dengan metode penaburan (*Total Plate Count*/TPC). Pengujian mikrobiologi secara pendugaan merupakan cara perhitungan jumlah bakteri berdasarkan kira-kira dengan perantara penggunaan tolok ukur lain. Cara yang dapat dikerjakan adalah:



a. Menentukan kekeruhan cairan daging

Kerusakan mikrobiologi menyebabkan degradasi protein menjadi asam-asam amino dan senyawa yang lebih sederhana. Hal ini menyebabkan perubahan struktur jaringan daging. Kerusakan jaringan akan menyebabkan kekeruhan pada cairan daging. Cara melihat kekeruhan dilakukan dengan mereaksikan dengan reagen ninhidrin atau asam pikrat kemudian diperiksa kekeruhannya dengan spektrofotometer atau kolorimeter. Penggunaan ninhidrin dapat menyebabkan ninhidrin akan bereaksi dengan komponen-komponen protein terdegradasi dan akan menurunkan kekeruhannya. Hal itu berarti makin rendah kekeruhannya makin tinggi jumlah bakterinya. Sebaliknya, penambahan asam pikrat menyebabkan kekeruhan makin tinggi. Apabila hasil degradasi makin banyak berarti jumlah bakterinya makin tinggi.

b. Melihat daya reduksi daging ikan terhadap biru metil atau resazurin.

Penggunaan bahan kimia ini untuk mengetahui jumlah bakteri didasarkan pada asumsi bahwa daya reduksinya makin cepat maka makin banyak jumlah bakterinya. Reduktor ini dihasilkan oleh mikrobia. Biru metal akan memberikan warna biru, tetapi apabila tereduksi akan menyebabkan warna biru menjadi hilang. Reduksi resazurin akan menyebabkan perubahan warna dari merah menjadi merah jambu, dan selanjutnya menjadi tidak berwarna. Makin cepat perubahan warna, makin banyak jumlah bakterinya.

8.4. Menentukan kesegaran dengan sensoris

Cara ini paling banyak dilakukan, karena lebih mudah dan cepat. Tetapi syaratnya adalah panelis atau penguji sudah terlatih. Penentuan kesegaran ikan dengan cara ini lebih banyak pengamatan visual, selain itu juga ada kaitannya dengan zat-zat bau yang muncul, perubahan kimiawi dan fisik. Tolok ukurnya adalah kenampakan (*appearance*), warna, cita rasa atau bau, keadaan jaringan (daging, sisik, ruas), keseragaman. Panelis memberikan skor.



9. MEMPERLAMBAT PROSES PENURUNAN KESEGERAN

Ikan merupakan salah satu bahan pangan yang bersifat *perishable*. Oleh karena itu penanganan yang baik pada ikan setelah dipanen mutlak dipanen. Ikan akan mudah mengalami kemunduran mutu segera setelah ditangkap dengan cepat karena ikan menalami fase rigor mortis yang jauh lebih cepat dibanding ternak potong. Ikan mengalami rogor mortis dari beberapa menit sampai beberapa jam setelah ikan mati, sedangkan hewan ternak potong mengalami fase rigor mortis dari 24-48 jam. Hal ini disebabkan karena kandungan glikogen yang rendah dalam daging ikan.

Pengembangan beberapa cara penanganan dan pengawetan diperlukan untuk memperlambat terjadinya penurunan kesegaran ikan. Proses penurunan kesegaran yang berakhir pada pembusukan terjadi karena : adanya aktivitas bakteri pembusuk, proses autolysis, proses oksidasi dan reaksi kimiawi enzimatis yang menyebabkan perubahan cita rasa, warna; penyerapan bau dari luar, kontaminasi senyawa yng tidak diinginkan. Upaya untuk menghambat aktivitas penyebab pembusukan dilakukan dengan cara:

1. Penanganan yang baik dan cepat
2. Merusak enzim dan bakteri pembusuk dengan menggunakan suhu tinggi dan iradiasi ion, dan pengemasan secara efektif
3. Menghambat pertumbuhan bakteri pembusuk di dalam bahan pangan dengan pendinginan, penambahan bahan pengawet kimia, antibiotika, pengasaman, penyimpanan dalam atmosfir terkendali
4. Menghambat pertumbuhan bakteri pembusuk dengan mengurangi kadar air dan menurunkan aktivitas air dengan pengeringan, pembekuan, pemberian garam, gula.

9.1. Secara fisik

Metode yang digunakan untuk memperlambat proses penurunan kesegaran ikan secara fisik meliputi, penanganan aseptik, pengaturan temperature dan iradiasi.



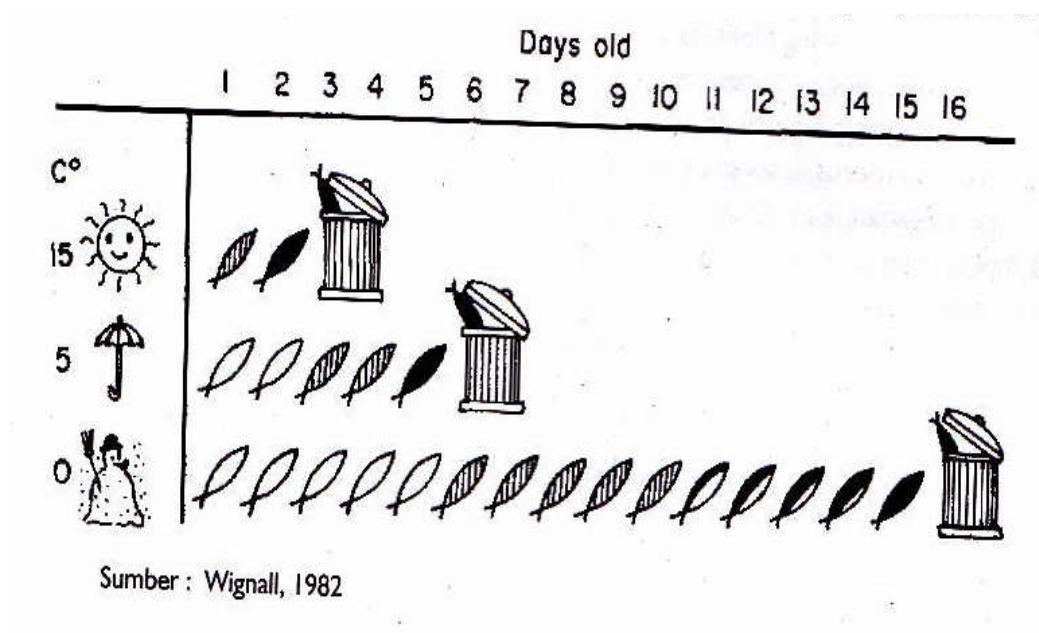
9.1.1. Penanganan aseptik

Proses memperlambat penurunan kesegaran ikan sangat dipengaruhi oleh jumlah awal bakteri yang terdapat pada tubuh ikan. Ikan yang memiliki jumlah awal bakteri lebih banyak akan mengalami penurunan kesegaran yang lebih cepat. Jumlah awal bakteri tergantung pada media hidup ikan dan kontaminasi selama penanganan hingga penyimpanan. Ikan dapat terkontaminasi oleh bakteri pada tubuh ikan tersebut, peralatan dan wadah yang digunakan, kondisi lingkungan, karyawan. Sehingga air dan sanitasi peralatan, wadah, lingkungan kerja, karyawan yang selalu menjaga kebersihan akan mengurangi tingkat pencemaran.

Proses desinfeksi dapat dilakukan dengan mencuci ikan menggunakan air yang telah diberi natrium hipoklorin (klorinasi). Cara ini cukup efektif membunuh bakteri namun biaya yang dibutuhkan relative banyak. Namun demikian, cara ini dapat membunuh bakteri pembusuk dan bakteri patogen.

9.1.2. Pengaturan suhu

Temperatur lingkungan yang digunakan untuk memperpanjang masa simpan ikan adalah suhu rendah. Ikan yang disimpan tanpa pemberian es akan menyebabkan peningkatan suhu sebesar 7°C dalam 12 jam. Peningkatan ini dimungkinkan karena pengaruh dari luar dan panas yang dihasilkan oleh ikan. Pada suhu penyimpanan yang berbeda, dapat memberikan kecepatan reaksi biokimia pada tubuh ikan dan perkembangan bakteri pembusuk meningkat dengan kecepatan berbeda. Makin tinggi suhu tubuh ikan maka reaksi biokimia dan perkembangan bakteri pembusuk berlangsung cepat, sehingga masa simpan ikan lebih singkat (Gambar 5.2)



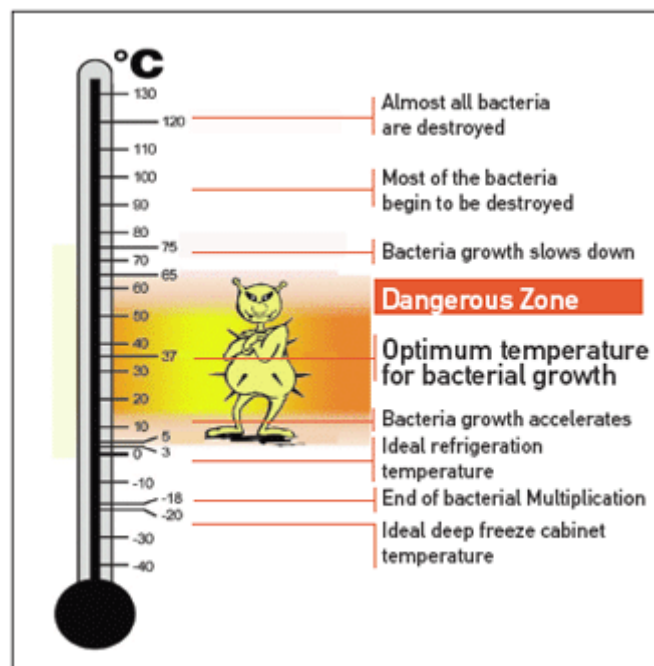
Gambar 5.2. Pengaruh suhu lingkungan terhadap masa simpan ikan

Suhu rendah yang digunakan untuk mempertahankan kesegaran ikan dapat dilakukan dengan penerapan suhu rendah pada ikan hidup untuk menurunkan aktivitas metabolisme dan penerapan suhu rendah pada ikan yang sudah mati untuk menghambat aktivitas biokimia dan aktivitas bakteri pembusuk dan bakteri patogen.

Meskipun telah disimpan pada suhu rendah, ikan masih mengandung bakteri pembusuk yang jumlahnya tergantung pada jumlah awal bakteri. Jumlah bakteri pembusuk pada akhir penyimpanan dingin tergantung dari fasilitas pendinginan, temperature penyimpanan, jenis ikan dan sifat ikan. (Gambar 5.3). Pada penyimpanan suhu rendah, aktivitas respirasi dan perkembangbiakan bakteri menurun, sehingga pertumbuhan sebagian besar bakteri pembusuk akan terhambat. Namun, jika suhu lingkungan ditingkatkan maka pembusuk akan tumbuh dan aktif kembali.

Penanganan suhu rendah dilakukan dengan dua cara yaitu pendinginan dan pembekuan. Pendinginan adalah penanganan hasil perikanan yang dilakukan pada

suhu rendah yaitu berkisar -1 hingga 15°C . Pendinginan dapat mengawetkan ikan segar selama beberapa hari atau minggu tergantung kondisi awal ikan pada saat akan didinginkan. Pembekuan adalah penanganan hasil perikanan yang dilakukan pada suhu beku, yaitu lebih rendah dari -1°C . Pembekuan yang dilakukan secara benar dapat mengawetkan ikan selama beberapa bulan atau tahun.



Gambar 5.3. Kisaran suhu kritis, bahaya dan suhu penyimpanan ikan

<http://www.asiafoodjournal.com/cmsimages/testopic2mar2005.gif>

Penanganan dengan suhu rendah bertujuan mengeluarkan panas dari lingkungan atau ikan sehingga suhu ikan menjadi rendah. Suhu rendah akan menghambat pertumbuhan bakteri dan aktivitas enzimatik. Sehingga proses perusakan yang diakibatkan oleh aktivitas bakteri pembusuk dan enzim terhambat. Penanganan suhu rendah dapat menurunkan jumlah bakteri termofilik dan mesofilik. Namun beberapa spesies bakteri pembusuk yang bersifat psikrofilik tetap dapat bertahan selama penyimpanan pada suhu rendah. Bakteri ini akan berkembang dengan cepat pada saat suhu ikan meningkat kembali, misalkan pada saat thawing.



9.1.3. Iradiasi

Teknik radiasi telah digunakan untuk mempertahankan kualitas produk perikanan di banyak Negara. Indonesia merupakan Negara ke-33 yang telah menyetujui penggunaan teknik iradiasi. Negara berkembang beranggapan bahwa teknik iradiasi cukup efektif untuk mengatasi masalah susut pasca panen dan penyakit akibat mikroba. Perlindungan hukum terhadap teknik radiasi diberikan oleh Departemen Kesehatan, melalui Direktorat Jendral Pengawasan Obat-obatan dan pangan (Ditjen POM). Cobalt 60 atau cesum 137 pada dosis rendah digunakan pada penyinaran dengan teknik iradiasi.

Hal yang perlu diperhatikan pada penggunaan teknik iradiasi terhadap ikan, yaitu:

a. Aspek gizi

Teknik iradiasi dapat menyebabkan perubahan kimia pada ikan sehingga komposisi gizi mengalami perubahan. Perubahan ini tergantung pada komposisi gizi ikan, dosis radiasi dan kondisi lingkungan. Perubahan yang dominan adalah vitamin dan mineral. Dosis rendah relative tidak menyebabkan perubahan kimia pada ikan, dosis tinggi akan menyebabkan perubahan seperti sust vitamin, gula dan gizi yang lain. Vitamin relative sensitive adalah vitamin E, A, thiamin (B1) dan K. Sedangkan riboflavin, niacin, dan vitamin D relative tahan terhadap iradiasi.

b. Aspek mikrobiologi

Bakteri dapat dirusak oleh proses iradiasi sehingga sangat berpengaruh terhadap proses keracunan bahan pangan. Jumlah bakteri yang mati tergantung dari dosis iradiasi dan kondisi lingkungan.

c. Aspek toksikologi

Perubahan komposisi produk perikanan yang diiradiasi relative sangat kecil. Hasil penelitian yang menggunakan dosis 50-60Kgray belum menimbulkan efek keracunan pada hewan percobaan. Bakteri lebih rentan terhadap iradiasi dibandingkan jenis mikroba lainnya. Efektivitas iradiasi pada bakteri lebih tinggi



apabila bakteri berada dalam bentuk vegetative daripada spora. Bakteri gram positif lebih tahan daripada gram negative.

Secara Kimiawi

Senyawa kimia dapat digunakan untuk memperpanjang masa simpan ikan. Senyawa kimia mempunyai mekanisme tertentu yang khas dalam menghambat aktivitas bakteri pembusuk. Mekanisme penghambatannya adalah:

- a. Menghambat atau menghentikan pertumbuhan dengan menghambat pertumbuhan spora
- b. Menghambat pengangkutan nutrient atau menghambat enzim
- c. Mempengaruhi kerja membrane

Senyawa kimia yang digunakan untuk menghambat penurunan kesegaran ikan digolongkan menjadi empat, yaitu:

- a. Senyawa lipolitik, yaitu senyawa yang membawa protein ke dalam sel dan meningkatkan produksi energy dari sel. Senyawa ini dapat melewati membrane sel dan lebih efektif pada pH rendah. Contoh: asam benzoate, asam sorbet, dan asam propionate
- b. senyawa hidrofilik yaitu golongan senyawa kimia yang memiliki molekul kecil, berinteraksi dengan komponen sel, dipengaruhi oleh pH, dapat mempengaruhi ketersediaan oksigen dan dapat mempengaruhi aktivitas antibakteri. Contoh: sulfur dioksida (SO₂), sulfit, nitrit, nitrat, NaCl, gula, asam bisulfit dan asam metabisulfit. Senyawa asam (laktat, setat, sitrat, malat, tartar dan suksinat) dapat menurunkan pH lingkungan, menurunkan pH sitoplasma apabila masuk ke dalam sel dan dapat mengikat besi. Gula dan garam dapat mengikat cairan, mengeluarkan cairan dari sel untuk menghasilkan konsnetrasi larutan yang seimbang, tidak dipengaruhi oleh pH. Sulfit dapat menurunkan pH ikan, mengurangi ketersediaan oksigen dan dapat menghambat aktivitas enzim utama.
- c. Antibakteri yaitu senyawa kimia yang dapat digunakan untuk menghambat atau membunuh mikroba dan merusak berbagai bagian sel. Antibakteri



dapat berupa senyawa kimia buatan, alami atau metabolit sekunder yang dihasilkan oleh berbagai organisme.

- d. Senyawa kimia lainnya, antara lain antioksidan (BHA dan BHT), esen citarasa, emulsifier dan bahan aditif permukaan, enzim, dan protein.

10. HASIL PERIKANAN LAIN

10.1. UDANG

Udang merupakan komoditas ekspor non migas. Jenis udan yang banyak dibudidayakan adalah udang galah, lobster air tawar. Udang terdiri dari bagian kepala, perut dan ekor. Seluruh tubuh udang terbungkus oleh lapisan kulit yang transparan. Komposisi kimia udang terdapat pada Tabel 5.9.

Tabel 5.9. Komposisi gizi udang

Komposisi	Kadar
Air (%)	75
Protein (%)	21
Lemak (%)	0.2
Karbohidrat (%)	0.1
P (mg/100 g)	136
Fe (mg/100 g)	170
Ca (mg/100 g)	8
Vitamin A (SI)	60
Vitamin B1 (mg/100 g)	0.01

Gejala yang memberatkan mutu udang adalah melanosis. Melanosis adalah peristiwa terbentuknya bercak orange pada tubuh udang. Bercak orange yang terbentuk merupakan hasil dari perubahan kimiawi enzimatis yang biasa disebut melanosis atau melanogenesis pada pigmen udang. Reaksi oksidasi enzimatis yang



terjadi pada asam amino tirosin oleh enzim tironese akan menghasilkan pigmen melamin.

Salah satu indikator penurunan kualitas udang adalah black spot. Atau terbetuknya bintik hitam di permukaan tubuh. Black spot sangat dipengaruhi oleh adanya radiasi sinar matahari terhadap permukaan kulit. Bintik hitam terbentuk melalui serangkaian reaksi biokimiawi. Pada udang, proses melanosis terlihat lebih nyata. Bercak hitam biasanya akan timbul setelah beberapa jam setelah panen apabila tidak dilakukan pendinginan.

Udang dapat mengalami kemunduran mutu apabila penanganannya tidak tepat. Tabel 5.10 menunjukkan tanda-tanda udang segar dan tidak segar.

Tabel 5.10. Tanda-tanda udang segar dan tidak segar

Parameter	Udang segar	Udang tidak segar
1. kenampakan	Cerah, cemerlang, warna asli udang meurut jenisnya belum berubah	Banyak warna merah jambu terutama pada kepala, antenna dan kaki renangya. Banyak noktah hitam pada kakinya.
mata	Bulat, hitam, mengkilat, tidak terlalu menonjol keluar	Abu-abu gelap, pudar, redup, menonjol keluar, bola mata melekat pada tangkai mata
kulit	Melekat kuat pada daging. Tidak berlendir pada permukaannya	Mudah dilepaskan dari dagingnya. Lendir tebal pada permukaannya
ruas	Hubungan antar ruas kuat dan kompak. Hubungan	Hubungan antar ruas, kepala, dan tubuh tidak kuat, mudah dipisahkan



	kepala dan tubuh kuat, tidak mudah dipisahkan	
daging	Kompak (padat), elastic, melekat kuat pada kulitnya	Kendor, mudah dilepaskan dari kulitnya. Apabila ditekan dengan jari terasa lengket
bau	Segar, tidak bercampur bau-bauan asing	Busuk, bau asam, bau amonia

Tubuh udang yang memiliki bercak hitam, masih aman dikonsumsi. Secara organoleptik, keberadaan bintik hitam dapat menjadi indikator bahwa penanganan udang kurang baik. Black spot akan tetap timbul meskipun udang langsung didinginkan setelah dipanen. Umumnya akan timbul 2-4 hari setelah panen. Noda hitam ini mulai berkembang dari bagian kepala lalu meluas ke membrane kulit pada ruas-ruas tubuh hingga sirip ekor. Pada tingkat lanjut meluas ke bagian kaki dan akhirnya keseluruhan bagian tubuh.

Pembentukan noda hitam sangat dipengaruhi oleh konsentrasi substrat tirosin pada kulit (kitin) udang, oksigen, dan tirosinase. Enzim tirosin akan mengubah tirosin menjadi melanin berwarna hitam yang menutupi permukaan tubuh. Pembentukan dan perkembangan bercak hitam dapat dihambat melalui proses inaktivasi enzim tirosinase. Proses ini dapat dilakukan dengan proses perebusan, atau dengan penambahan asam askorbat atau natrium bisulfit ke dalam larutan garam yang dingin.

Sesuai dengan SNI 01-2728.2-2006, secara organoleptik udang harus memiliki karakteristik: kenampakan: bening, cemerlang, antar ruas kokoh; Bau: segar; tekstur: elastik, padat dan kompak.



Tabel 5.11. Persyaratan mutu dan keamanan pangan SNI 01-2718.2-2006

Jenis uji	satuan	persyaratan
a. organoleptik	Angka 1-9	Minimal 7
b. cemaran mikrobial*		
Angka Lempeng Total (ALT)	Koloni/g	Maksimal 5,0 x 10 ⁵
Eschericia coli	APM/g	Maksimal < 2
Salmonella	APM/ 25 g	Negative
Vibrio cholerae	APM/25 g	Negative
c. Cemaran kimia*		
Kloramfenikol	µg/kg	Maksimal 0
Nitrofurantoin	µg/kg	Maksimal 0
Tetrasiklin	µg/kg	Maksimal 100
d. Filth	-	Maksimal 0
CATATAN* bila diperlukan		

Tabel 5.12. Lembar penilaian organoleptik udang segar

Spesifikasi	Nilai
1. Kenampakan	
• Utuh, bening bercahaya asli menurut jenis, antar ruas kokoh	9
• Utuh, kurang bening, cahaya mulai pudar, berwarna asli, antar ruas kokoh	8
• Utuh, kebeningan agak hilang, sedikit kusam, antar ruas kurang kokoh	7



Spesifikasi	Nilai
• Utuh, kebeningan hilang, kusam, warna agak merah muda, sedikit noda hitam, antar ruas kurang kokoh	5
• warna merah, noda hitam banyak, kulit mudah lepas dari daging	3
• Warna merah sangat kusam, banyak sekali noda hitam	1
2. Bau	
• Bau sangat segar spesifik jenis	9
• Bau segar spesifik jenis	8
• Bau spesifik jenis netral	7
• Mulai timbul bau ammonia	5
• Bau asam sulfit (H₂S)	3
• Bau amoniak kuat dan bau busuk	1
3. Tekstur	
• Sangat elastic, kompak dan padat	9
• Elastic, kompak, dan padat	8
• Kurang elastic, kompak dan padat	7
• Tidak elastic, tidak kompak dan tidak padat	5
• Agak lunak	3
• Lunak	1



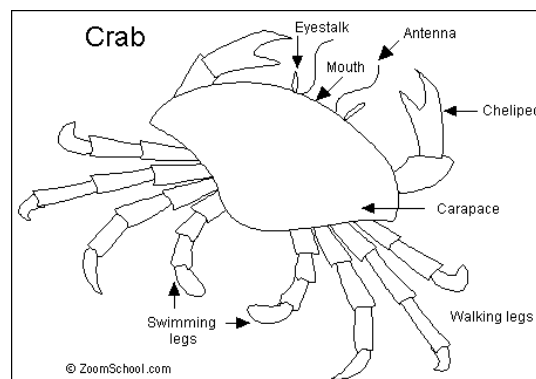
10.2. KEPITING

Kepiting adalah binatang crustacea berkaki sepuluh, yang biasanya mempunyai "ekor" yang sangat pendek (bahasa Yunani: *brachy* = pendek, *ura* = ekor), atau yang perutnya sama sekali tersembunyi di bawah thorax. Hewan ini dikelompokkan ke dalam *Phylum Arthropoda*, Sub *Phylum Crustacea*, Kelas *Malacostraca*, Ordo *Decapoda*, Suborder *Pleocyemata* dan *Infraorder Brachyura*. Tubuh kepiting umumnya ditutupi dengan exoskeleton (kerangka luar) yang sangat keras, dan dipersenjatai dengan sepasang capit. Kepiting hidup di air laut, air tawar dan darat dengan ukuran yang beraneka ragam, dari pea crab, yang lebarnya hanya beberapa milimeter, hingga kepiting laba-laba Jepang, dengan rentangan kaki hingga 4 m.

Kepiting mempunyai bentuk dan ukuran yang beragam tetapi seluruhnya mempunyai kesamaan pada bentuk tubuh. Seluruh kepiting mempunyai *chelipeds* dan empat pasang kaki jalan. Pada bagian kaki juga dilengkapi dengan kuku dan sepasang penjepit, *chelipeds* terletak di depan kaki pertama dan setiap jenis kepiting memiliki struktur *chelipeds* yang berbeda-beda. *Chelipeds* dapat digunakan untuk memegang dan membawa makanan, menggali, membuka kulit kerang dan juga sebagai senjata dalam menghadapi musuh. Di samping itu, tubuh kepiting juga ditutupi dengan *Carapase*. *Carapase* merupakan kulit yang keras atau dengan istilah lain exoskeleton (kulit luar) berfungsi untuk melindungi organ dalam bagian kepala, badan dan insang.

Kepiting sejati mempunyai lima pasang kaki; sepasang kaki yang pertama dimodifikasi menjadi sepasang capit dan tidak digunakan untuk bergerak. Di hampir semua jenis kepiting, kecuali beberapa saja (misalnya, *Raninoida*), perutnya terlipat di bawah *cephalothorax*. Bagian mulut kepiting ditutupi oleh maxilliped yang rata, dan bagian depan dari carapase tidak membentuk sebuah rostrum yang panjang. Insang kepiting terbentuk dari pelat-pelat yang pipih (*phyllobranchiate*), mirip dengan insang udang, namun dengan struktur yang berbeda. Insang yang terdapat di dalam tubuh berfungsi untuk mengambil oksigen biasanya sulit dilihat dari luar. Insang terdiri dari struktur yang lunak terletak di bagian bawah *carapase*. Sedangkan mata menonjol keluar berada di bagian depan *carapase*.

Kepiting dihasilkan dari darat (tambak) atau laut. Seluruh badan kepiting dibungkus oleh kulit yang keras. Kulit kepiting terdiri dari kitin yang banyak mengandung kalsium karbonat dan kalsium fosfat. Kepiting segar berwarna hijau dan warnanya berubah menjadi merah apabila direbus. Bagian yang dapat dimakan adalah daging yang terdapat dalam badan/perut, kaki dan penjepitnya. Struktur kepiting terdiri dari badan/perut yang berkaki dan penjepit. Kepiting yang segar: bersih, baunya manis, dagingnya putih mengandung lemak berwarna kuning. Harus bebas dari bahan kimia. Sedangkan kepiting yang busuk: kulit terbuka merenggang, mudah mati. Daging mongering, tidak terdapat cairan dalam kulit, daging mungkin berubah warna, agak asam dan berbau.



Gambar 5.3. Kepiting

Kepiting umumnya dijual dalam keadaan hidup karena itu biasanya diikat, sedangkan rajungan dijual dalam keadaan sudah mati. Kepiting yang segar matanya bergerak keluar-masuk, itu menandakan kepiting masih hidup. Kepiting/rajungan segar dan baik adalah masih lengkap jari-jari termasuk capitnya. Bagian belakang apabila ditekan terasa keras berarti kepiting/rajungan itu gemuk dan sehat. Untuk membedakan kepiting / rajungan yang gemuk bisa juga dilakukan dengan cara mengangkat badannya. Bila terasa ringan berarti dagingnya kurang padat. Komposisi kimia kepiting terdapat pada Tabel 5.13.



Tabel 5.13. Komposisi kimia kepiting

Komposisi	Kadar
Air (%)	58.1
Protein (%)	13.8
Lemak (%)	3.8
Karbohidrat (%)	14.1
P (mg/100 g)	250
Fe (mg/100 g)	1.1
Ca (mg/100 g)	210
Vitamin A (SI)	200
Vitamin B1 (mg/100 g)	0.05

Standar mutu kepiting berdasarkan SNI 4108.1:2011 memberikan persyaratan mutu dan keamanan pangan kepiting hidup (Tabel 5.14)

Tabel 5.14. Persyaratan mutu dan keamanan pangan kepiting SNI 4108.1:2011

Jenis uji	satuan	persyaratan
a. organoleptik	Angka 1-9	Minimal 7
b. cemaran kimia*		
Cadmium (Cd)	mg/kg	Maksimal 0,5
Merkuri (Hg)	mg/kg	Maksimal 0,5
Timbal (Pb)	mg/kg	Maksimal 0,5
Seng (Zn)	mg/kg	Maksimal 0.5
Tembaga (Cu)	mg/kg	Maksimal 100
	mg/kg	Maksimal 20



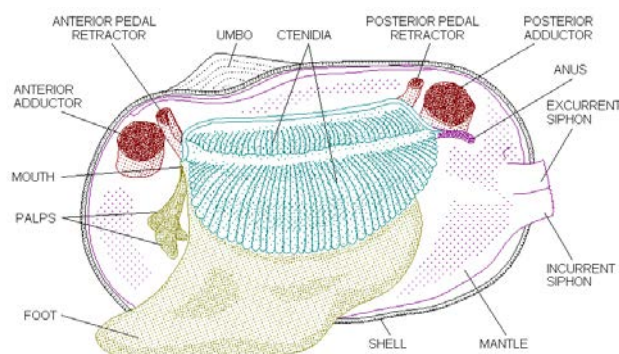
Jenis uji	satuan	persyaratan
CATATAN* bila diperlukan		

Tabel 5.15. Lembar penilaian sensori kepiting hidup untuk konsumsi

Spesifikasi	Nilai
Hidup dan reaktif terhadap sentuhan, mata utuh, capit dan kaki utuh tanpa cacat	9
Hidup dan reaktif terhadap sentuhan, mata utuh, capit utuh, kaki patah satu satu sampai tiga tidak sebaris	7
Hidup dan reaktif terhadap sentuhan, mata utuh, capit patah tidak sampai pangkal, kaki patah satu sampai tiga tidak sebaris	5
Hidup dan tidak reaktif terhadap sentuhan, mata tidak utuh, capit patah dari pangkal dan posisi horizontal, kaki patah lebih dari tiga, mulut sedikit berbusa	3
Mati	1

10.3. KERANG-KERANGAN

Kerang-kerangan terdapat beberapa jenis, hidup di laut dan di air tawar. Kerang berbentuk agak bulat ataupun lonjong. Daging kerang dibungkus oleh sepasang kulit keras yang tersusun dari kapur dan garam mineral. Berat bagian kulit 60-80% dari seluruh berat kerang.



Gambar 5.16. Anatomi kerang

Tabel 5.17. Komposisi kimia kerang

Komposisi	Kadar
Air (%)	85
Protein (%)	8
Lemak (%)	1.1
Karbohidrat (%)	3.6
P (mg/100 g)	170
Fe (mg/100 g)	3.1
Ca (mg/100 g)	13.3
Vitamin A (SI)	300
Vitamin B1 (mg/100 g)	0.01

Daging kerang dapat diperoleh dengan merebus, sebab kulit kerang akan mudah dibuka sehingga dagingnya dapat diambil. Jika membeli kerang dalam cangkang, pastikan cangkang banyak yang terbuka, ini menunjukkan kerang tersebut masih hidup. Namun apabila membeli kerang yang lepas dari kulit cangkangnya pilihlah dagingnya masih padat dan terlihat utuh. Warna daging kerang belum berubah dari aslinya. Daging kerang yang telah berubah warna



menunjukkan bahwa kerang telah busuk. Beraroma amis yang khas bukan beraroma busuk.

10.4. CUMI-CUMI

Cumi-cumi merupakan salah satu hewan laut dari keluarga Loliginidae, kelas Cephalopoda. Dalam bahasa latin, cumi-cumi dikenal dengan sebutan *Loligo spp*, sedangkan dalam bahasa Inggris squid. Di Indonesia, cumi-cumi dikenal dengan beberapa istilah, seperti enus, nus, sotong atau sontong bunga. Hewan laut ini umumnya ditangkap pada malam hari dengan menggunakan lampu petromaks sebagai alat penarik. Mereka umumnya menyukai cahaya di malam hari. Kerumunan cumi-cumi dapat ditangkap dengan menggunakan alat bubu, jaring angkat, jaring insang, pukot cincin, pukot udang, rawai tuna atau sero cumi-cumi. Cumi-cumi merupakan salah satu jenis hewan laut yang banyak diminati masyarakat, terutama penggemar seafood dan chinese food. Di pasaran, cumi-cumi umumnya dijual dalam dua bentuk utama, segar dan kering asin.

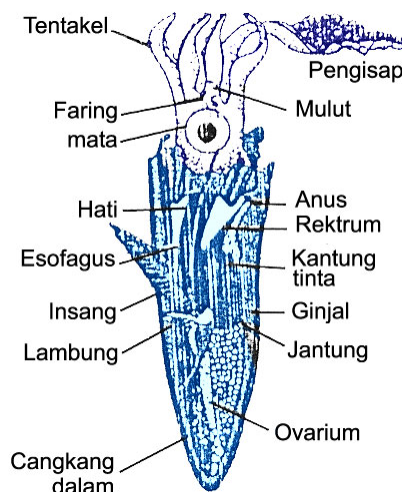
Ditinjau dari nilai gizi, cumi-cumi memiliki kandungan gizi yang luar biasa karena kandungan proteinnya cukup tinggi, yaitu 17,9 g/100 g cumi segar. Daging cumi-cumi memiliki kelebihan dibanding dengan hasil laut lain, yaitu tidak ada tulang belakang, mudah dicerna, memiliki rasa dan aroma yang khas, serta mengandung semua jenis asam amino esensial yang diperlukan oleh tubuh. Asam amino esensial yang dominan adalah leusin, lisin dan fenilalanin. Sementara kadar asam amino nonesensial yang dominan adalah asam glutamat dan asam aspartat. Kedua asam amino tersebut berkontribusi besar terhadap timbulnya rasa sedap dan gurih. Itu sebabnya, secara alami cumi telah memiliki cita rasa gurih, sehingga dalam pengolahannya tak perlu ditambahkan penyedap (seperti monosodium glutamat = MSG).

Cumi-cumi juga mengandung beberapa jenis mineral mikro dan makro dalam jumlah yang sangat tinggi. Kadar mineral yang terkandung pada cumi-cumi sangat bervariasi walaupun dalam satu spesies yang sama. Variasi ini tergantung

pada keadaan lingkungan tempat hidup, ukuran dan umur. Mineral penting pada cumi-cumi adalah natrium, kalium, fosfor, kalsium, magnesium dan selenium. Selain kaya akan protein, cumi-cumi juga merupakan sumber vitamin yang baik, seperti vitamin B1 (tiamin), B2 (riboflavin), B12, niasin, asam folat serta vitamin larut lemak (A, D, E, K).

Cumi-cumi juga mengandung TMAO (Trimetil Amin Oksida) yang cukup tinggi. TMAO yang tinggi ini memberikan rasa yang khas terhadap daging cumi-cumi. Daging cumi-cumi juga banyak mengandung monoamino nitrogen yang menyebabkan cumi-cumi mempunyai rasa manis. Kandungan sulfur yang cukup tinggi pada cumi-cumi juga menyebabkan cumi-cumi berbau amis ketika mengalami perlakuan pemasakan seperti direbus.

Cairan tinta cumi-cumi bersifat alkaloid, sehingga tidak disukai oleh predator, terutama ikan. Cairan berwarna gelap ini mengandung butir-butir melanin atau pigmen hitam. Melanin alami adalah melanoprotein yang mengandung 10-15 persen protein. Melanin ini mengikat protein melalui asam amino yang mengandung sulfur, yaitu sistein.



Gambar 5.3. Cumi-cumi

Cumi-cumi yang masih segar badannya kenyal dan kokoh bila ditekan. Cumi-cumi kecil badannya berwarna keunguan dengan bintik-bintik hitam, sedangkan cumi-cumi besar berukuran >20 cm), badannya berwarna putih dengan



sedikit bintik hitam. Cumi segar di lapisi selaput lendir jernih. Mengeluarkan bau khas dan bukan bau busuk.

11. KASUS DI BIDANG PERIKANAN

11.1. Pengawetan ikan

a. Penggunaan Formalin pada Produk Ikan

Formalin adalah nama dagang dari formaldehid (HCHO), dipasarkan dalam bentuk cair dan tablet, biasanya mengandung 10% methanol. Formalin dilarang dalam industri pangan sebagai pengawet (Permenkes No 722 tahun 1988) dan biasanya digunakan untuk mengawetkan serangga, hewan kecil, organ manusia (hasil bopsi), dan mayat. Namun kenyataannya di lapangan, formalin terbukti sering digunakan sebagai bahan pengawet.

Sangat sulit membedakan makanan yang mengandung formalin karena secara akurat hanya dapat dilakukan dengan pereaksi kimia yaitu formaldehid test kit. Namun, ada beberapa indikator yang setidaknya dapat dijadikan acuan sebuah produk diduga mengandung formalin. Ikan segar: tidak rusak sampai tiga hari pada suhu kamar, warna insang merah tua dan tidak cemerlang, dan bau menyengat khas formalin. Ikan asin: tidak rusak sampai tiga hari pada suhu kamar, warna bersih cerah, namun tidak berbau khas ikan asin.

Kasus ditemukannya formalin dalam beberapa produk makanan, tidak hanya menyadarkan masyarakat untuk lebih selektif dalam mengkonsumsi makanan, namun di sisi lain juga membuat kita meninjau kembali bagaimana seharusnya penggunaan pengawet dalam makanan dan produk olahan lainnya. Hal ini juga menimbulkan wacana terhadap alternatif bahan pengawet yang lebih aman bagi kesehatan tubuh manusia.

Bahan pengawet memang dibutuhkan untuk mencegah aktivitas mikroorganisme ataupun mencegah proses peluruhan yang terjadi sesuai dengan pertambahan waktu, agar kualitas makanan senantiasa terjaga sesuai dengan



harapan konsumen. Dengan demikian, pengawet diperlukan dalam pengolahan makanan, namun kita harus tetap mempertimbangkan keamanannya. Hingga kini, penggunaan pengawet yang tidak sesuai masih sering terjadi dan sudah sedemikian luas, tanpa mengindahkan dampaknya terhadap kesehatan konsumen. Sesuai SK Menkes RI No.722 tahun 1988 tentang Bahan Tambahan Makanan, yang dimaksud bahan pengawet adalah bahan tambahan makanan yang mencegah atau menghambat fermentasi, pengasaman atau peruraian lain terhadap makanan yang disebabkan oleh mikroorganisme. Menurut Food and Drugs Administration (FDA), keamanan suatu pengawet makanan harus mempertimbangkan jumlah yang mungkin dikonsumsi dalam produk makanan atau jumlah zat yang akan terbentuk dalam makanan dari penggunaan pengawet, efek akumulasi dari pengawet dalam makanan dan potensi toksisitas yang dapat terjadi dari pengawet jika dicerna oleh manusia atau hewan, termasuk potensi menyebabkan kanker.

Pada hewan, formalin jelas bersifat karsinogenik karena dari penelitian menggunakan hewan percobaan yang dipaparkan formalin dengan konsentrasi 6 sampai 15 ppm selama 2 tahun ternyata formalin menginduksi squamous-cell carcinoma pada rongga hidung tikus dan mencit. Karena penggunaan formalin masih marak di masyarakat.

Cairan yang mengandung metanol ini memang biasa dipakai nelayan untuk menjaga bobot ikan asin. Pembuatan tanpa formalin akan mengurangi bobot ikan asin hingga 60 persen. Sedangkan dengan menggunakan larutan bening itu, bobot yang berkurang akibat pengeringan hanya sekitar 30 persen. Produksi menjadi lebih efisien jika menggunakan formalin. Bila hanya menggunakan garam saja, pengeringan bisa dilakukan selama sepekan. Jika menggunakan cairan pembasmi bakteri tersebut, dalam satu atau dua hari saja ikan asin siap dijual.

Penggunaan formalin pada ikan memang tak segencar sebelumnya. Ini menyusul edaran Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No 722/Menkes/Per/IX/88 tentang bahan tambahan yang dilarang digunakan dalam pangan. Berdasarkan penelitian Badan Pengawas Obat dan Makanan Indonesia tahun silam, penggunaan formalin pada ikan dan hasil laut menempati peringkat



teratas. Yakni, 66 persen dari total 786 sampel. Sementara mi basah menempati posisi kedua dengan 57 persen. Tahu dan bakso berada di urutan berikutnya yakni 16 persen dan 15 persen.

Penggunaan formalin karena harga bahan pengawet ini relatif murah. Produk pengawet ikan yang sudah diperbolehkan penggunaannya. Yaitu minatrid. Namun karena alasan masih baru dan kesulitan untuk mencari bahan pengawet ini, formalin masih merajalela. Gangguan yang ringan adalah rasa terbakar pada tenggorokan dan sakit kepala.

b. Alternatif pengganti formalin pada pengawetan ikan

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa buah picung dapat digunakan untuk menahan laju pertumbuhan bakteri. Kemampuan menahan laju bakteri disebabkan adanya senyawa sianida pada buah picung yang bersifat membunuh mikroorganisme (germisida). Penggunaannya dilakukan dengan melumuri ikan dengan uah picung yang sudah dihancurkan dan dicampur dengan garam. Pada konsnetrasi 2,5% dapat menahan laju pertumbuhan bakteri. Hal ini menunjukkan bahwa buah picung dapat digunakan untuk pengawetan atau memperpanjang umur simpan ikan.

Alternatif untuk mengatasi permasalahan penggunaan formalin dan bahan-bahan tambahan makanan berbahaya lainnya, yaitu menggunakan chitosan. Chitosan merupakan produk turunan dari polimer chitin yakni produk samping limbah dari pengolahan industri perikanan khususnya udang, kepiting dan rajungan, memiliki bentuk mirip dengan selulosa dan bedanya terletak pada gugus C-2, berwarna putih dan berbentuk kristal, dapat larut dalam larutan asam organik tetapi tidak larut dalam pelarut organik lainnya. Chitosan dapat digunakan sebagai pengawet karena sifat-sifat yang dimiliki yaitu dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme perusak sekaligus melapisi produk yang diawetkan sehingga terjadi interaksi minimal antara produk dan lingkungannya. Chitosan memiliki gugus aktif yang



berikatan dengan mikroba, maka chitosan mampu menghambat pertumbuhan mikroba.

Chitosan merupakan bahan alami yang lebih ramah lingkungan. Keunggulan pengawet alami chitosan dibanding dengan formalin meliputi aspek organoleptik, daya awet, keamanan pangan serta nilai ekonomis. Uji organoleptik yang meliputi kenampakan, rasa, bau, dan tekstur pengawetan dengan chitosan menunjukkan hasil lebih baik dibandingkan pengawet formalin. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa chitosan merupakan salah satu contoh bahan pengawet alami, yaitu pemberian chitosan dengan kandungan 1,5% pada ikan asin mampu mengawetkan selama 8 minggu, dengan penampilan ikan lebih alami, aroma ikan tidak hilang, dan uji total jumlah bakteri.

c. Penggunaan insektisida pada pembuatan ikan asin

Pembuat ikan asin seringkali menggunakan insektisida pada saat proses penjemuran. Hal ini dilakukan untuk mengendalikan lalat pada produk. Proses pembuatan ikan asin selalu melewati proses penjemuran yang umumnya dilakukan pada para-para dari bambu. Hal ini menyebabkan adanya lalat hijau dan lalat rumah yang akan meninggalkan kotoran, bakteri dan telurnya di ikan yang sedang dijemur. Telur yang ada di daging akan berubah menjadi larva atau belatung yang dapat menyebabkan penurunan mutu ikan asin. Sehingga sering dilakukan perendaman atau penyemprotan dengan insektisida (baygon) untuk menanggulangi larva lalat. Seiring dengan kesadaran konsumen akan pentingnya keamanan pangan bagi semua produk pangan, maka penggunaan insektisida jelas akan merugikan konsumen terutama berkaitan dengan kesehatannya.

d. Pengganti insektisida pada pembuatan ikan asin

Beberapa penelitian telah dilakukan untuk menggantikan insektisida dalam mengendalikan lalat saat penjemuran adalah bawang putih. Ikan asin sebelum



dijemur direndam dalam larutan bawang 1,5 – 7,5 %. Hasil nya menunjukkan bahwa perlakuan perendaman dengan larutan garam dapat menurunkan serangan lalat dalam ikan asin yang dijemur. Penolakan lalat terhadap perlakuan ini disebabkan adanya bau atau aroma yang terdapat dalam bawang putih yang tidak disukai lalat yaitu senyawa disulfida dan vinildithin.

Bawang putih memiliki precursor utama pembentuk flavor yakni aliliin yang oleh enzim allinase terhidrolisis membentuk allisin. Namun demikian, sifat allisin kurang stabil sehingga mudah terdekomposisi menjadi senyawa lanjutan yang bersifat volatile bila terjadi perlakuan pemanasan. Allisin akan bereaksi lebih lanjut membentuk berbagai komponen volatile alifatik serta siklik yang mengandung satu hingga tiga buah sulfur maupun mengandung satu buah oksigen. Dialil sulfide merupakan salah satu senyawa hasil degradasi allisin yang menentukan rasa dan aroma bawang putih yang khas. Sehingga semakin besar ekstrak bawang putih, semakin besar komponen volatile alifatik maupun siklik yang berperan dalam menghambat lalat dalam ikan.

Penggunaan khitosan dapat menghambat serangan lalat pada ikan asin. Konsentrasi terbaik dalam menghambat lalat adalah 1,5%. Khitosan merupakan polisakarida yang dapat digunakan sebagai edible film, yang dapat membentuk penghalang karena khitosan dapat membentuk pelapis yang kuat dan kompak. Sehingga terdapat penghambatan komponen bau ikan jambal oleh pelapisan permukaan yang dilakukan oleh khitosan. Akibatnya lalat tidak dapat mencium bau ikan jambal, sehingga serangan lalat ke ikan asin dapat diminimalkan.

11.2. Pewarna Rhodamin B

a. Penggunaan rhodamin B pada kerang

Pengolah kerang menggunakan bahan pewarna Rhodamine B yang seharusnya untuk pakaian atau biasa disebut wantek. Tujuannya untuk membuat kerang yang telah dikupas agar tak terlihat pucat. Zat kimia ini akan menumpuk pada tubuh dan pada gilirannya juga meracuni organ dalam, terutama ginjal dan hati.



Kerang dipanen nelayan saat berumur enam bulan. Binatang bernama ilmiah *Anadara granosa* ini biasanya langsung direbus dengan air laut usai dipanen. Setelah matang, kerang diturunkan dari tong perebusan untuk kemudian dikupas dari kulitnya. Puluhan pekerja kemudian melepaskan daging dari kulit kerang untuk diolah lebih lanjut. Hingga tahap ini tidak ada masalah dengan pengolahan.

Kerang yang sudah dicabuti belum dibersihkan dari kotoran yang menempel. Pembersihan akan dilakukan setelah satu tong penuh kerang atau sekitar seratus kilogram. Zat kimia mulai mbahkan ketika ditambahkan es batu untuk pengawetan. Setelah es siap, petani kerang kemudian membuat larutan warna rhodamin. Satu tong kecil air ditaburi wantek berwarna oranye. Perendaman selama 15 menit memberikan warna kerang terlihat lebih “segar”. Kerang yang telah diwarnai ini kemudian dimasukkan tong untuk dijual. Tapi sebelumnya, kerang ditaburi tawas yang biasanya digunakan untuk menjernihkan air. Alasannya, agar menjadi lebih kenyal dan bisa disimpan selama satu hari satu malam sebelum dikirim ke pelelangan ikan.

Alasan ekonomi memang menjadi pangkal dari penyalahgunaan zat kimia berbahaya bagi tubuh dalam penganan. Padahal pangan yang aman, bermutu dan bergizi adalah hak setiap orang. Tapi sepertinya penganan ideal ini hanya sebatas impian. Apalagi untuk makanan yang nikmat tapi murah.

c. Penggunaan rhodamin B pada terasi

Terasi sebenarnya memiliki warna asli seperti tanah, yakni coklat kehitam-hitaman. Agar lebih memikat, pangan itu pun diwarnai. Ada anggapan makin merah warna terasi, makin tertarik calon pembeli. Sayangnya, banyak produsen nakal yang menggunakan rhodamine B sebagai pewarna lantaran harganya relatif murah dan warnanya mencolok. Rhodamine B bukan untuk makanan, tetapi untuk mewarnai tekstil dan kertas. Berdasarkan hasil uji laboratorium Sucofindo terhadap sampel terasidari beberapa pasar tradisional dan pasar swalayan, ternyata sebagian sampel mengandung rhodamine B.



Zat pewarna Rhodamine B sangat berbahaya bagi kesehatan. Apalagi jika dikonsumsi jangka panjang. Rhodamine B bisa memicu kanker jika dikonsumsi tahunan. "Karena bukan pewarna untuk makanan, maka rhodamine B tidak bisa larut dan dicerna oleh tubuh. Meskipun kadar rhodamine B dalam terasi sangat kecil, lambat laun akan terjadi penumpukan dalam tubuh manusia.

Rhodamin B sendiri, karena berbahaya untuk kesehatan, telah dilarang penggunaannya sejak 1978. Penelitian menunjukkan, penggunaan rhodamin B yang terus-menerus bisa menyebabkan munculnya penyakit kanker hati, ginjal, dan kandung kemih. Penggunaan rhodamine B dalam terasi disebabkan oleh ketidakpahaman produsen terhadap bahaya zat pewarna tersebut. Padahal, sebenarnya cita rasa bahan makanan itu tidak akan berubah tanpa zat pewarna itu. "Banyak produsen pakai rhodamine B karena harganya murah dan mencolok warnanya.

d. Bahaya Rhodamine B

Pemerintah Indonesia melalui Peraturan Menteri Kesehatan (Permenkes) No.239/Menkes/Per/V/85 menetapkan 30 zat pewarna berbahaya. Rhodamine B termasuk salah satu zat pewarna yang dinyatakan sebagai zat pewarna berbahaya dan dilarang digunakan pada produk pangan (Syah et al. 2005). Namun demikian, penyalahgunaan rhodamine B sebagai zat pewarna pada makanan masih sering terjadi di lapangan dan diberitakan di beberapa media massa. Sebagai contoh, rhodamine B ditemukan pada makanan dan minuman seperti kerupuk, sambal botol dan sirup di Makassar pada saat BPOM Makassar melakukan pemeriksaan sejumlah sampel makanan dan minuman ringan (Anonimus 2006).

Rhodamine B termasuk zat yang apabila diamati dari segi fisiknya cukup mudah untuk dikenali. Bentuknya seperti kristal, biasanya berwarna hijau atau ungu kemerahan. Di samping itu rhodamine juga tidak berbau serta mudah larut dalam larutan berwarna merah terang berfluorescen. Zat pewarna ini mempunyai banyak sinonim, antara lain D and C Red no 19, Food Red 15, ADC Rhodamine B, Aizen



Rhodamine dan Brilliant Pink B. Rhodamine biasa digunakan dalam industri tekstil. Pada awalnya zat ini digunakan sebagai pewarna bahan kain atau pakaian. Campuran zat pewarna tersebut akan menghasilkan warna-warna yang menarik. Bukan hanya di industri tekstil, rhodamine B juga sangat diperlukan oleh pabrik kertas. Fungsinya sama yaitu sebagai bahan pewarna kertas sehingga dihasilkan warna-warna kertas yang menarik. Sayangnya zat yang seharusnya digunakan sebagai pewarna tekstil dan kertas tersebut digunakan pula sebagai pewarna makanan.

Penggunaan zat pewarna ini dilarang di Eropa mulai 1984 karena rhodamine B termasuk karsinogen yang kuat. Efek negatif lainnya adalah menyebabkan gangguan fungsi hati atau bahkan bisa menyebabkan timbulnya kanker hati. Beberapa penelitian telah membuktikan bahwa zat pewarna tersebut memang berbahaya bila digunakan pada makanan. Hasil suatu penelitian menyebutkan bahwa pada uji terhadap mencit, rhodamine B menyebabkan terjadinya perubahan sel hati dari normal menjadi nekrosis dan jaringan di sekitarnya mengalami disintegrasi. Kerusakan pada jaringan hati ditandai dengan adanya piknotik (sel yang melakukan pinositosis) dan hiperkromatik dari nukleus, degenerasi lemak dan sitolisis dari sitoplasma (Anonimus 2006).

Analisis yang menggunakan metode destruksi yang kemudian diikuti dengan analisis metode spektrofometri, diketahui bahwa sifat racun rhodamine B tidak hanya disebabkan oleh senyawa organik saja tetapi juga oleh kontaminasi senyawa anorganik terutama timbal dan arsen. Keberadaan kedua unsur tersebut menyebabkan rhodamine B berbahaya jika digunakan sebagai pewarna pada makanan, obat maupun kosmetik sekalipun. Timbal banyak digunakan sebagai pigmen atau zat pewarna dalam industri kosmetik dan kontaminasi dalam makanan dapat terjadi salah satu diantaranya oleh zat pewarna untuk tekstil.