PENANGANAN & PENGOLAHAN HASIL PERIKANAN

SAMBUTAN

Dr. Abdul Hafidz Olii, S.Pi, M.Si
Dekan Fakultas Perikanan & Ilmu Kelautan UNG

PENULIS

Tim Fakultas Perikanan & Ilmu Kelautan
Universitas Negeri Gorontalo:
Asri Silvana Naiu
Yuniarti Koniyo
Sitti Nursinar
Faizal Kasim

ATHRA SAMUDRA

PENANGANAN DAN PENGOLAHAN HASIL PERIKANAN

Penulis :

Tim Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Negeri Gorontalo

Asri Silvana Naiu, Yuniarti Koniyo, Sitti Nursinar, Faizal Kasim

Diterbitkan oleh :
CV ATHRA SAMUDRA
Didukung Oleh:
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS NEGERI GORONTALO

PENANGANAN DAN PENGOLAHAN HASIL PERIKANAN

Penulis: Tim Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Negeri Gorontalo (Asri Silvana Naiu, Yuniarti Koniyo, Sitti Nursinar, Faizal Kasim)

Penyunting: Dewi Nuryanti Fazrin, S.Pi
Desain Sampul dan Tata Letak: ZC Fachrussyah

Diterbitkan Oleh :

CV. ATHRA SAMUDRA
Jln. Khalid Hasiru, Desa Huntu Barat
Bone Bolango – Gorontalo
Hotline: 082213525243
Website: www.athrasamudra.wixsite/penerbit
Email: athrasamudra@gmail.com

Didukung Oleh :

FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS NEGERI GORONTALO
Jln. Jendral Sudirman No 6. Kota Gorontalo
www.fpik.ung.ac.id

Cetakan ke-1, Juni 2018
Hak cipta dilindungi undang-undang pada penulis

ISBN 978-602-51173-4-3

SAMBUTAN

Dr. Abdul Hafidz Olii, S.Pi, M.Si
(Dekan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, UNG)

Dalam industri perikanan, kesempurnaan penanganan (*handling*) ikan segar memegang peranan penting. Baik buruknya penanganan akan menentukan mutu ikan sebagai bahan makanan atau bahan mentah untuk pengolahan lebih lanjut. Kalau penanganannya buruk, maka ikan akan cepat rusak/busuk sehingga tidak dapat dimanfaatkan lagi. Penanganan ikan segar bertujuan mempertahankan kesegaran ikan dalam waktu selama mungkin. Atau setidak-tidaknya kondisi ikan masih cukup segar pada saat sampai ditangan konsumen. Jadi setelah ikan tertangkap dan diangkut ke atas kapal, harus secepat mungkin ditangani dengan baik dan hati-hati. Demikian selanjutnya, sampai ikan disimpan beku (*dalam cold storage*) atau diolah, atau langsung dimasak menjadi hidangan.

Buku ini membahas empat materi pokok, yaitu Bahan baku ikan dan tingkat kesegarannya, Penanganan pasca panen, pengolahan tradisional hasil perikanan, dan Pengolahan modern Hasil perikanan.

Pada kesempatan ini, saya selaku Dekan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan UNG mengucapkan selamat dan memberikan apresiasi yang sebesar besarnya atas upaya dari tim penyusun dalam menghasilkan buku ini untuk menambah wawasan para pembaca dalam memahami lebih dalam mengenai penanganan dan pengolahan hasil perikanan. Syukur Alhamdulillah buku ini juga telah ikut menambah kekayaan materi acuan dalam dunia perikanan.

Akhir kata, buku ini layak untuk di baca dan dijadikan sebagai acuan untuk pengembangan perikanan di Indonesia

Gorontalo, Mei 2018
Dekan FPIK UNG

KATA PENGANTAR

Puji syukur dipanjatkan ke hadirat Illahi Robbi karena telah memberikan keringanan berpikir serta keluasan waktu sehingga tip penyusun dapat merampungkan naskah buku ini dengan judul : *Penanganan dan Pengolahan Hasil Perikanan* ini sudah

Secara garis besar, buku ini memuat empat materi pokok, yaitu Bahan baku ikan dan tingkat kesegarannya, Penanganan pasca panen, pengolahan tradisional hasil perikanan, dan Pengolahan modern Hasil perikanan. Buku ini masih memuat hal-hal yang sifatnya mendasar dan umum. Itulah sebabnya, tim penyusun menyarankan para pembaca, khususnya mahasiswa, untuk menunjang pemahaman melalui buku atau refensi lain yang sifatnya mendalam dan spesifik. Beberapa referensi dimaksud seperti dicantumkan di dalam daftar pustaka.

Pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan sehingga buku ini dapat diselesaikan. Teristimewa kepada Dr. Abdul Hafidz Olii, S.Pi, M.Si,, selaku Dekan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, UNG, yang telah berkenan memberikan sambutan pada penerbitan buku ini. Semoga buku yang sederhana ini dapat memberikan kontribusi nyata demi pengembangan perikanan Indonesia. lebih penting lagi, semoga buku ini dapat memberikan kontribusi pemikiran demi peningkatan kompetensi keilmuan perikanan bagi para pembaca

Gorontalo, 28 Mei 2018
Tim Penyusun

DAFTAR ISI

Halaman

DAFTAR ISI v

BAHAN BAKU IKAN DAN TINGKAT KESEGARANNYA 1

A. Bentuk fisik ikan 2

B. Karakteristik ikan segar berdasarkan sifat organoleptik 4

C. Komposisi kimiawi dan hubungannya dengan tingkat kesegaran ikan 6

D. Jenis-jenis dan penyebab kerusakan pada ikan segar 8

1. Kerusakan fisik/mekanis ikan segar 9
2. Kerusakan ikan secara enzimatis dan kimiawi 11
3. Kerusakan ikan secara mikrobiologis 15

E. Tahapan kemunduruan mutu ikan 16

1. Pre rigor 17
2. Rigor mortis 18
3. Post rigor 20

PENANGANAN PASCA PANEN HASIL PERIKANAN .. 21

A. Prinsip dan Tujuan Penanganan Pasca Panen 22

B. Penanganan Ikan Diatas Kapal 26

C. Penyimpanan Ikan dalam Palka 29

D. Tahapan penanganan ikan di atas kapal 30

1. Ganco dan Mendaratkan Ikan di Atas Kapal 30
2. Mematikan ikan 31
3. Pendarahan 31
4. Penyiangan 31
5. Penyimpanan 31

E. Penanganan Produksi Ikan Segar dan Ikan Beku 32

1. Ikan Segar 32
2. Ikan Beku 35

F. Penanganan Pasca Panen Rumput Laut 36
1. Pemanenan 37
2. Pencucian 37
3. Pengeringan 39
4. Penyimpanan 40
5. Pemasaran dan Pengiriman 41
PENGOLAHAN TRADISIONAL HASIL PERIKANAN .. 43
A. Pengolahan ikan dengan cara pengeringan 44
1. Pengeringan alami 45
2. Pengeringan buatan/mekanis 46
B. Pengolahan ikan dengan cara penggaraman 49
1. Penggaraman kering (dry salting) 51
2. Penggaraman basah (wet salting) 52
3. Penggaraman kering tanpa kedap air (kench salting) 53
4. Tahapan dalam proses penggaraman 54
C. Pengolahan ikan dengan cara pengasapan 57
1. Metode Pengasapan 59
2. Tahapan pengasapan 61
D. Pengolahan ikan dengan cara fermentasi dan enzimatis ... 63
E. Produk Hasil Fermentasi dan Enzimatis 66
PENGOLAHAN MODERN HASIL PERIKANAN 70
A. Proses pengolahan penggunaan suhu rendah dan suhu tinggi. . 71
1. Proses penerapan suhu rendah produk perikanan 72
2. Faktor mempengaruhi laju pendinginan 72
3. Metode pendinginan 73
B. Proses pembekuan dan penyimpanan beku 82
C. Produksi ikan segar dan ikan beku sesuai standart eksport 87
1. Klasifikasi produk perikanan segar dan beku 87

2. Regulasi Impor dan Sertikasi Produk Perikanan 88
3. Ikan segar dan bentuk-bentuk ikan dibekukan 89
4. Penanganan dan pengolahan ikan segar dan beku sesuai standar eksport 90
D. Produksi produk *Mollusca*, *Crustacean* dan pengalengan sesuai standart eksport 92
1. Mollusca dan Crustacean 92
2. Jenis produk Mollusca dan Crustacean 93
3. Pengalengan produk 94
4. Kestabilan produk kaleng (Jainan dankontrol kualitas) 96
RANGKUMAN 100
DAFTAR PUSTAKA 104

BAHAN BAKU IKAN DAN TINGKAT KESEGARANNYA

Oleh : Asri Silvana Naiu, S.Pi, M.Si

Bahan baku hasil perikanan termasuk dalam kelompok bahan pangan yang sangat mudah rusak (*highly perishable*) karena memiliki kadar air yang tinggi dan kandungan nutrisi yang dapat menjadi substrat yang baik bagi pertumbuhan mikroba pembusuk, sehingga perlu penanganan yang baik sejak proses penangkapan hingga pengolahan baik di industry maupun di tingkat rumah tangga. Selain aspek mikrobiologis dalam ikan,

keberadaan enzim yang bersumber dari tubuh ikan juga sangat berperan dalam proses kemunduran mutu ikan. Pengetahuan akan kondisi ikan baik secara fisiologis dan kiwiawi, menjadi dasar dalam teknik penanganan ikan segar.

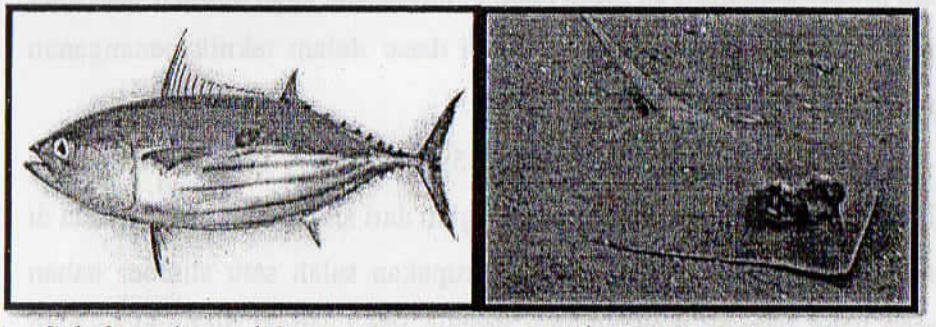
Menurut Pasal 1 UU Perikanan 45 tahun 2009, ikan adalah segala jenis organisme yang seluruh atau sebagian dari siklus hidupnya berada di dalam lingkungan perairan. Ikan merupakan salah satu sumber bahan pangan yang banyak mengandung protein yang sangat dibutuhkan oleh manusia karena selain lebih mudah dicerna juga mengandung asam amino dengan pola yang hampir sama dengan pola asam amino yang terdapat di dalam tubuh manusia. Namun, ikan memiliki sifat yang sangat mudah busuk (*highly perishable*) disebabkan kandungan airnya yang sangat tinggi (70-80%) sehingga perlu penanganan yang baik setelah ditangkap/panen.

A. Bentuk fisik ikan

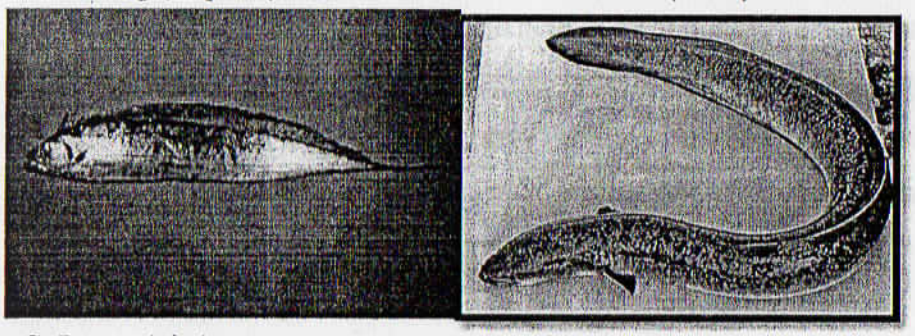
(Clucas, 1981) membagi ikan menjadi tiga kelompok, yaitu 1) ikan bersirip (fin fish) yang berasal dari perairan tawar, payau, dan asin; 2) ikan tidak bersirip (shell fish) seperti udang, kerang, kepiting, rajungan, cumi-cumi, teripang, bulu babi, dan masih banyak lagi; dan 3) tanaman air seperti rumput laut dan alga.

Ikan bersirip memiliki berbagai bentuk yang beraneka ragam tergantung dari jenis dan tempat hidupnya. Sebagai contohnya adalah ikan dengan bentuk torpedo yang paling banyak dijumpai seperti dari jenis Tuna, Tenggiri, Bandeng, dan Kakap. Ikan dengan bentuk tubuh seperti anak panah, contohnya adalah ikan julung-julung dan ikan layur. Ikan yang berbentuk layang-layang dengan badan pipih dan lebar, seperti ikan bawal dan ikan pari. Bentuk ikan yang memanjang seperti ular, contohnya

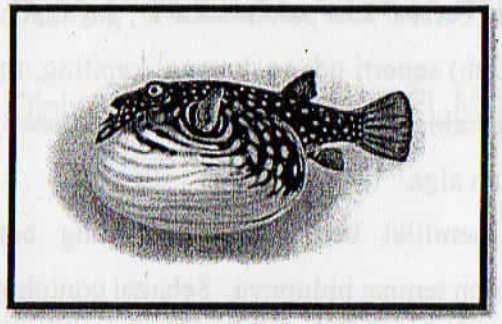
adalah sidat dan belut. Berbagai bentuk ikan bersirip dapat dilihat pada Gambar 1.



A. Cakalang (torpedo) B. Pari (datar)



C. Layur (pita) D. Sidat (memanjang)



E. Buntal (bundar)

Gambar 1. Berbagai bentuk tubuh ikan bersirip (*fin fish*)
Sumber: A. Dok. Pribadi; B. www.indonetwork.co.id; C. www.swara.arnawa.blogspot; D. www.Enchamon.blogspot.com; E. www.id.Wikipedia.org

Bentuk tubuh dan kondisi fisiologis ikan dapat berpengaruh terhadap kecepatan proses pembusukan ikan. Bentuk tubuh ikan yang gepeng atau pipih akan lebih cepat mengalami pembusukan dibandingkan dengan yang bentuknya bulat. Demikian juga dengan ikan yang berlemak (*fatty fish*) akan lebih mudah mengalami oksidasi dibandingkan dengan ikan-ikan kurus (*lean fish*). Ikan dari habitat yang berbeda, misalnya ikan laut akan lebih cepat membusuk dibandingkan ikan air tawar karena kandungan TMAOnya yang lebih tinggi (Naiu, 2014).

B. Karakteristik ikan segar berdasarkan sifat organoleptik

Menurut (Purnomo, 2002), ikan diartikan dalam kondisi segar bila 1) baru ditangkap, belum disimpan atau diawetkan, atau 2) memiliki mutu asli dan belum mengalami perubahan walaupun secara alami. Berdasarkan definisi tersebut, maka ikan yang dibekukan dengan baik dan dilelehkan dengan sempurna dapat juga dikategorikan sebagai ikan segar karena memiliki criteria kedua, yaitu bermutu sebagaimana ikan yang baru ditangkap.

Ikan segar memiliki karakteristik daging yang kenyal, elastik, dan tidak terpisah dengan tulangnya, berbau segar dan tidak amis, matanya kelihatan cerah, jernih, dan utuh. Ikan yang menurun mutunya, mata menjadi keruh, merah muda dan tenggelam. Insang pada ikan segar yang kelihatan merah cerah akan berubah menjadi buram, kelabu, coklat bahkan kehijau-hijauan bila telah mengalami kemunduran mutu. Table 1 menyajikan karakteristik yang membedakan ikan segar dan ikan busuk (Ilyas, 1993).

Tabel 1. Perbedaan karakteristik ikan segar dan ikan busuk

	IKAN SEGAR	IKAN BUSUK
Mata	Cemerlang, kornea bening, pupil hitam, mata cembung	Redup, tenggelam, pupil mata kelabu tertutup lendir
Insang	Warna merah sampai merah tua, cemerlang, tidak berbau	Kotor, warna pucat atau gelap, keabuan dan berlendir, bau busuk
Lender	Terdapat lender alami menutupi ikan yang baunya khas menurut jenis. Cemerlang seperti lender ikan hidup, bening	Berubah kekuningan dengan bau tidak enak atau lendirnya sudah hilang, mongering atau pekat melekat
Kulit	Cemerlang, belum pudar, warna asli kontras	Pudar, bila dies kulit mengering dan retak
Sisik	Melekat kuat, mengkilat dengan tanda/warna khusus tertutup lender jernih	Banyak yang lepas, tanda dan warna khusus ini memudar dan menghilang
Daging	Sayatan daging cerah dan elastic, bila ditekan tidak berbekas	Lunak, tekstur berubah, terdapat bekas bila ditekan, kehilangan elastisitas dan terasa lunak bila ditekan
Rongga perut	Bersih dan bebas dari bau yang menusuk. Tekstur dinding perut kompak dan elastic tanpa ada perubahan warna dengan bau segar, selaput utuh	Mengalami diskolorasi, bau busuk menusuk dan lembek
Darah	Di sepanjang tulang belakang segar merah dan konsistensi normal	Berwarna gelap dengan konsistensi cair, sering diikuti bau yang menusuk
Sayatan	Daging melekat kuat pada tulang terutama pada rusuknya	Daging mudah lepas, tulang rusuk menonjol keluar, telah terjadi otolisis
Tulang	Berwarna abu-abu mengkilap pada tulang belakang	Tulang belakang mengalamo diskolorasi dan kekuning-kuningan
Bau	Segar dan menyenangkan seperti air laut	Mulai dengan bau tidak enak, makin kuat menusuk, timbul bau busuk yang khusus menususk hidung
Kondisi	Bebas dari parasit apapun tanpa luka atau kerusakan pada badan	Banyak taerdapat parasit, badannya banyak luka, dan patah.

C. Komposisi kimiawi dan hubungannya dengan tingkat kesegaran ikan

Ikan mengandung komposisi kimia yang terdiri atas air 66-84%, protein 15-24%, dan lemak 0,1-2% (Suwetja, 1993). Menurut (Lean, 2006) ikan mengandung komposisi nutrisi protein 16,7-20,7%, PUFA (asam lemak tak jenuh ganda) 0,3-3,3%, lemak total 0,6-16,1%, dan mineral-mineral serta vitamin dalam bentuk *trace elements*. (Harikedua, 1990) menggambarkan hubungan antara komposisi kimia ikan dan kondisi/ tingkat kesegaran ikan seperti yang tertulis di bawah ini:

1. Air

Air merupakan komponen utama pada ikan dengan kisaran 70-80% dari berat daging ikan yang dapat dimakan. Kadar air berbanding terbalik dengan kadar lemak. Jumlah kedua komponen tersebut berkisar sekitar 80%. Oleh karena air dalam tubuh ikan mengandung berbagai senyawa kimia yang larut dan yang tidak larut, maka air dalam tubuh ikan tidak membeku pada 0 °C melainkan mulai membeku pada -1.1 °C dan pada suhu -8 °C hanya 90% air yang membeku.

Air dalam jaringan otot ikan diikat erat oleh senyawa koloidal dan kimiawi lainnya sehingga tidak mudah dibebaskan dengan tekanan berat. Kekuatan penahan air pada daging ikan yang sangat segar adalah maksimum, sedangkan pada ikan yang mulai membusuk jauh berkurang sehingga cairan dalam otot ikan mudah dibebaskan keluar.

2. Protein

Komponen kedua yang penting adalah protein yang berkisar antara 18-20%. Oleh aktivitas enzim, reaksi biokimia dan bacterial, molekul

protein dapat diuraikan menjadi senyawa-senyawa lebih sederhana, yaitu asam-asam amino yang penting bagi pembangunan tubuh. Selain pada daging ikan, maka sirip, kulit, enzim, hormon, darah, pigmen otot, sel hati dan ginjal, serta bagian isi perut lainnya hampir seluruhnya bersifat protein. Nilai dan komposisi asam-asam amino protein ikan adalah sama baiknya dengan nilai asam amino mamalia lainnya, seperti daging dan susu dari sapi.

3. Lemak

Minyak tubuh ikan terutama terdiri dari trygliserida yang berbeda dari pada lemak hewani lainnya. Lemak ikan lebih banyak mengandung rantai-rantai asam lemak yang jumlah atom C nya lebih dari 18. Kebanyakan asam lemak ikan ini memiliki ikatan rangkap yang banyak, seperti asam lemak eikosapentaenoat (C_{20}:n-5) dan asam dokosapentaenoat (C_{22}:n-6). Kedua asam lemak ini mempunyai arti penting bagi kesehatan karenaberperan dalam mencegah penyakitartherosklerosis serta penyakit jantung koroner.

Lemak pada ikan merupakan komponen yang berperan dalam citarasa ikan, selain sebagai sumber kalori yang penting. Setelah tertangkap, lemak ikan peka terhadap oksidasi yang berefek kurang baik terhadap citarasa dan nilai gizi. Oksidasi lemak pada produk olahan, seperti ikan asin, ikan beku, ikan asap, dan lain-lain mengakibatkan ketengikan yang sangat gawat terhadap mutu.

4. Ekstraktif mengandung nitrogen

Air dalam tubuh ikan mengandung senyawa-senyawa nitrogenous terlarut, seperti asam-asam amino bebas, karnosin, anserine, trymetylamin oksida (TMAO), dan trymetylamin (TMA), dan amina-amin lainnya. Senyawa-senyawa ini merupakan factor utama yang menyuguhkan bau

dan citarasa pada ikan, disamping berperan dalam proses kemunduran mutu.

Asam amino bebas kadarnya sangat kecil pada ikan yang baru tertangkap, tetapi akan meningkat segera setelah ikan mati (post mortem). Suatu kekecualian pada ikan jenis Tuna yang dagingnya banyak mengandung asam amino bebas histidin.

5. Vitamin

Bagian-bagian daging ikan yang dapat dimakan mengandung vitamin A, B kompleks yang banyak terdapat pada jeroan, vitamin c, D dan E.

6. Urea

Golongan ikan hiu dan pari memiliki kadar urea yang sangat timggi, dapat mencapai 2% dari berat daging. Kadar urea ini menyebabkan produk olahan berbau pesing (bau ammonia). Pada ikan jenis Teleostei, kadar urea hanya 0.05% saja.

7. Glikogen

Glikogen adalah sejenis karbohidrat majemuk yang pada ikan terdapat maksimum hingga 0.6%. Glikogen sebagai cadangan tenaga mempunyai arti penting pada saat ikan ditangkap apalagi jika ikan harus berjuang melawan kematiannya. Pada saat tersebut, glikogen akan terurai menjadi asam laktat hingga derajat keasaman daging ikan meningkat, pH menurun mencapai suatu nilai minimum, dan keadaan ikan menjadi kejang (rigor mortis).

D. Jenis-jenis dan penyebab kerusakan pada ikan segar

Berbagai bentuk kerusakan dapat terjadi pada ikan, baik sebelum maupun selama penanganan berlangsung, yang dapat bersifat kerusakan fisik/mekanis, enzimatis/kimiawi, dan mikrobiologi. (Liviawati dan

Afrianto, 2010) menyatakan bahwa kerusakan-kerusakan yang terjadi pada ikan, seperti luka, tertindih, memar, burst belly, autolysis, melanosis, black spot, gaping, ketengikan, freezer burn, kerusakan akibat mikroba pembusuk dan pathogen, serta senyawa racun dan pencemar dapat disebabkan oleh kondisi ikan atau cara penanganan salah yang dilakukan sejak proses penagkapan/pemanenan hingga masa penyimpanan dan pemasaran.

1. Kerusakan fisik/mekanis ikan segar

a. Luka

Ikan segar dapat mengalami luka selama pemanenan atau penangkapan. Penggunaan alat tangkap berupa jaring, terutama jaring insang, pukat harimau, pukat cincin, pancing, dan juga alat bantu penangkapan (pengait) dapat menimbulkan luka pada tubuh dan bagian mulut ikan. Gambar 2 memperlihatkan ikan yang tertangkap dengan jaring.

Gambar 2. Ikan yang tertangkap dengan jaring
Sumber: http://www.isigood.com/inspirasi/selamat-hari-nelayan-nasional-6-april-apa-kabar-nelayan-indonesia/

b. Memar

Kondisi memar (Gambar 3) pada ikan dapat terjadi akibat penggunaan pukat harimau dan cincin yang menyebabkan ikan tergencet saat diangkat, atau terbentur benda keras saat diangkat dan terbanting pada geladak kapal. Benturan yang terjadi antara ikan dan benda keras dapat merusak jaringan daging ikan. Pada bagian yang memar akan lebih cepat membusuk karena pertahanan alami ikan, yaitu kulit mengalami sobekan menyebabkan ikan mudah terserang mikroba.

Gambar 3. Memar pada tubuh ikan
Sumber:
https://linamutiarasinaga.files.wordpress.com/2013/01/foto16431.jpg

Tertindih

Ikan dapat mengalami kerusakan fisik karena tertindih ikan di atasnya selama pengangkutan. Ikan yang tertindih akan menurun kesegarannya dengan cepat meskipun dilakukan penanganan suhu rendah. Gambar 4 memperlihatkan kondisi ikan yang tertindih saat proses pelelangan di TPI.

Gambar 4. Kondisi ikan yang tertindih karena penanganan salah saat di Tempat Pelelangan Ikan
Sumber: www.rri.co.id/surabaya/post/berita/236621/ekonomi/pakar_kelautan_its_indonesia sebaiknya_fokus_penuhi_kebutuhan_ikan_lokal.html

2. Kerusakan ikan secara enzimatis dan kimiawi

a. Autolisis

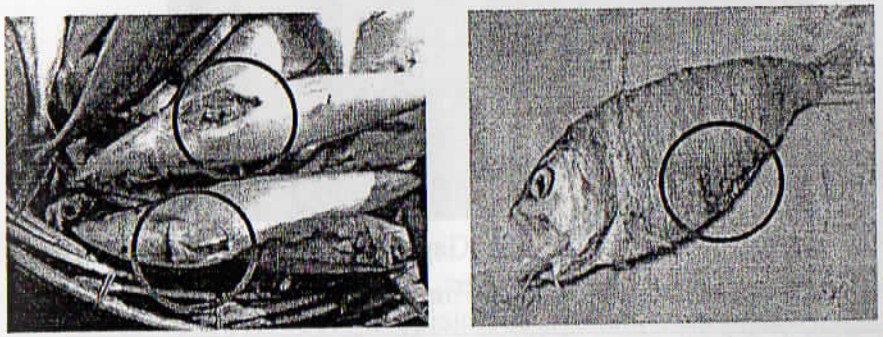
Autolysis adalah proses penguraian yang terjadi dalam tubuh ikan akibat aktivitas enzim yang dihasilkan oleh ikan itu sendiri. Autolysis terjadi saat enzim bekerja merombak protein sehingga mengalami denaturasi, yaitu perubahan bentuk fisik dari protein tanpa diikuti dengan perombakan kimiawi. Selain protein, lemak dan glikogen juga mengalami perombakan.

Protein yang mengalami denaturasi akan kehilangan kemampuan menahan cairan tubuh sehingga cairan tubuh ikan akan menetes keluar dalam bentuk *drip*. Ikan yang telah mengalami autolysis ditandai dengan tekstur daging melunak yang jika ditekan dengan jari, maka akan terlihat bekas jari yang tidak kembali ke bentuk semula atau meskipun kembali membutuhkan proses lambat.

b. Burst belly

Ikan yang tertangkap dalam keadaan kenyang mengandung banyak enzim pencernaan di saluran pencernaannya. Enzim tersebut berasal dari tubuh ikan dan mikroba yang hidup di saluran pencernaan tersebut. Dalam keadaan hidup, enzim ini berperan dalam proses pencernaan dengan merombak senyawa kompleks menjadi senyawa lebih sederhana.

Setelah ikan mati, enzim akan tetap merombak senyawa kompleks dalam saluran tersebut. Tanpa makanan dalam saluran pencernan menyebabkan enzim mulai mencerna jaringan di sekitarnya terutama dinding perut. Ikan yang berdinding perut tipis mudah sobek dan pecah sehingga isi perut dan saluran pencernaan akan terburai ke luar. Pecahnya dinding perut ikan yang disebabkan aktivitas enzim dikenal dengan sebutan *burst belly* (Gambar 5).

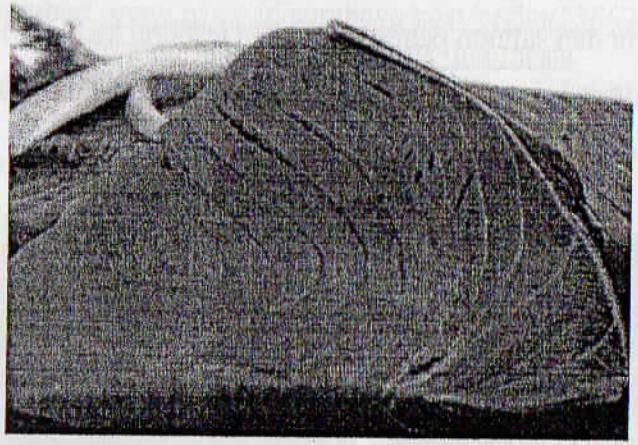


(a) (b)

Gambar 5. Kondisi burst belly pada ikan
Sumber: (a). https://linamutiarasinaga.files.wordpress.com/2013/01/foto 16451.jpg (b). www.penyuluhankelautanperikanan.blogspot.co.id

c. *Gaping*

Daging ikan tersusun dari sejumlah blok otot yang berbeda ukurannya berdasarkan jenis ikan. Blok otot yang tampak tebal dan jelas, terlihat pada ikan Tuna (*Thunnus* sp) dan yang memiliki blok otot relative tipis terlihat pada jenis ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dan lele (*Clarias bratachus*). Ikan yang memasuki tahap autolysis maka ikatan antar blok otot melemah. Pada ikan yang memiliki blok otot tebal, lemahnya ikatan antar blok otot akan menghasilkan peristiwa yang dikenal sebagai *gaping*, yaitu lepasnya blok otot (Gambar 6).



Gambar 6. Gaping
Sumber:
http://www.pescadosymariscosadomicilio.cl/productos/pescados-a-domicilio/filete-salmon-pes01/

d. *Melanosis*

Melanosis adalah bercak orange yang terbentuk pada tubuh udang dan merupakan hasil dari perubahan kimiawi enzimatis. Reaksi oksidasi enzimatis terjadi pada asam amino tirosin oleh enzim tirosinase menghasilkan pigmen melamin.

e. *Black spot*

Black spot adalah bintik hitam yang terdapat di permukaan tubuh udang (Gambar 7). Pembentukan *black spot* ini sangat dipengaruhi oleh radiasi sinar matahari, besarnya konsentrasi substrat tirosin pada udang, oksigen dan enzim tirosinase melalui serangkaian reaksi biokimiawi. Sama seperti melanosis, *black spot* menjadi salah satu indicator penurunan kualitas udang segar.

Gambar 7. Black spot pada udang
Sumber:
https://www.kaskus.co.id/thread/519bb0bf05346aa816000002/noda-hitam-black-spot-pada-udang/

f. *Oksidasi*

Ikan termasuk bahan pangan yang banyak mengandung lemak, terutama lemak tidak jenuh. Lemak tidak jenuh adalah lemak yang mengandung ikatan rangkap dalam rantai utamanya sehingga bersifat tidak stabil, mudah terurai dan cenderung mudah bereaksi dengan oksigen. Selama penyimpanan, lemak tidak jenuh akan mengalami proses oksidasi sehingga terbentuk senyawa peroksida. Daging yang teroksidasi akan cepat berubah warna menjadi merah tua kecoklatan. Selama pemasaran, hasil-hasil tangkapan/panen yang tidak ditangani dengan baik, tanpa di es

yang memadai dan dibiarkan ditempat terbuka tanpa pengemas berpotensi mengalami oksidasi. Gambar 8 menunjukkan bentuk pemasaran ikan yang dapat memicu terjadinya oksidasi.

Gambar 8. Pemasaran ikan tanpa di es dan dikemas
Sumber: www.antarafoto.com/bisnis/v1459170321/program-gemar-makan-ikan

3. Kerusakan ikan secara mikrobiologis

a. Mikroba pembusuk

Ikan yang tidak mendapatkan perlakuan penanganan yang memadai dapat mengalami kerusakan biologis yang diakibatkan oleh aktivitas mikroba merugikan. Mikroba merugikan terdiri dari mikroba pembusuk dan mikroba pathogen. Mikroba pembusuk akan mengeluarkan enzim yang akan mencerna senyawa kompleks menjadi senyawa lebih sederhana yang beraroma busuk dan tidak dapat atau tidak layak dikonsumsi. Senyawa kompleks protein akan diurai menjadi ammonia dan hydrogen sulfide, glikogen menjadi alcohol, dan lemak menjadi keton dan asam butirat.

Cirri khas dari peningkatan aktivitas mikroba pembusuk adalah tercium bau busuk, tekstur menjadi lunak berair,dan pH meningkat. Gambar 9 menunjukkan kenampakan ikan yang telah terkontaminasi mikroba pembusuk.

Gambar 9. Kerusakan mikrobiologis pada ikan
Sumber: Dokumen pribadi

b. Mikroba pathogen

Kerusakan biologis yang ditimbulkan oleh aktivitas mikroba pathogen adalah meningkatnya konsentrasi metabolit sekunder yang dapat menyebabkan timbulnya penyakit, baik berupa keracunan maupun gangguan kesehatan lainnya.

Beberapa jenis mikroba pathogen telah ditetapkan sebagai indicator dalam menentukan keamanan pangan, seperti *Eschericia coli, Salmonella, Shigella, Vibrio parahaemolyticus, V. cholera, Clostridium botulinum, C. perfringens, Staphylococcus aureus dan Listeria monocytogenes.*

E. Tahapan kemunduruan mutu ikan

Perubahan setelah ikan mati pada jaringan otot ikan dapat dianggap sebagai rangkaian tahap biokimia dari tingkat keteraturan yang paling

tinggi hingga tingkat kerusakan yang terendah setelah penyimpanan beberapa hari. Tahap-tahap ini didefinisikan sebagai perimortem, pre rigor mortis, rigor mortis, dan post rigor mortis yang dihubungkan dengan perubahan-perubahan biokimia seperti ischemia, penurunan jumlah ATP, peningkatan konsentrasi ion Ca^{2+}, penurunan pH, dan aktivasi lisosom (Martinez, 2001).

1. Pre rigor

Kondisi pre-rigor terjadi segera setelah ikan mati, dimana otot ikan menjadi lemas terkulai. Tahap pre rigor ditandai dengan peristiwa lepasnya lendir dari kelenjar bawah kulit ikan. Jumlah lender yang terlepas relative banyak dan akan membentuk lapisan bening tebal di sekeliling tubuh ikan (Hadiwiyoto, 1993). Keadaan tersebut pada saat jaringan otot lembut dan lentur, ditandai dengan menurunnya ATP dan creatin phosphate. Pada tahap ini terjadi perubahan dari glikogen menjadi asam laktat, dan pH turun. Nilai pH yang dicapai tergantung spesies ikan, namun biasanya berkisar 6.4 – 6.8. Nilai pH yang dicapai ikan relative lebih tinggi dibandingkan produk perikanan. Hal inilah yang dapat menjelaskan mengapa produk perikanan lebih cepat mengalami proses pembusukan dibandingkan produk ternak.

Ikan yang berada pada tahap pre rigor masih dapat dianggap sebagai ikan segar karena mempunyai sifat seperti ikan yang masih hidup. Pada tahap ini, daging ikan mempunyai karakteristik kering, tidak ada cairan, dan pH mendekati netral. Apabila ditekan dengan jari, permukaan daging ikan akan kembali ke bentuk semula (elastis) tanpa mengeluarkan zat alir (drip) dari jaringannya. Menurut SNI (1992), karakteristik ikan segar secara organoleptik memeiliki rupa dan warna yang bersih dan warna daging spsifik jenis ikan segar, mempunyai bau rumput laut segar dan

spesifik berdasarkan jenisnya, daging elastis, padat dan kompak, serta memiliki rasa yang netral agak manis.

(Amlacher, 1961) menyatakan bahwa tahap pre rigor berlangsung relative singkat, yaitu selama 1 – 7 jam setelah ikan mati tergantung pada spesies dan kondisi ikan, serta suhu lingkungan. Ikan dengan kandungan protein yang tinggi relative cepat melewati tahap pre rigor. Demikian pula dengan ikan yang mengandung lemak tinggi. Kandungan air yang tinggi pada kerang-kerangan menyebabkan tahap pre rigor berlangsung lebih cepat karena mikroba yang hidup pada ikan dapat tumbuh lebih baik sehingga aktifitas perubahan enzimatis juga berlangsung lebih cepat. Ikan yang proses penangkapannya menggunakan alat tangkap aktif banyak menggunakan energy, sehingga cadangan energinya menurun. Dengan demikian, kemampuan ikan tersebut untuk mempertahankan kesegarannya juga menurun. Kondisi lingkungan Indonesia yang memiliki suhu dan kelembaban relative tinggi dianggap kurang menguntungkan untuk penanganan ikan sebagai bahan pangan. Dengan suhu dan kelembaban demikian reaksi-reaksi biokimia berlangsung cepat dan pertumbuhan mikroba juga meningkat.

2. Rigor mortis

Tahap rigor mortis ditandai dengan mengejangnya tubuh ikan setelah melalui masa pre rigor. Lamanya tingkat rigor dipengaruhi oleh kandungan glikogen dalam tubuh ikan dan suhu lingkungan, Masa rigor dapat berlangsung beberapa jam hingga beberapa hari. Kandungan glikogen yang tinggi akan menunda rigor mortis, sehingga kualitas daging dipertahankan dalam keadaan baik. Penurunan ATP berkorelasi lurus dengan laju rigor mortis. ATP terus terdegradasi dan tingkat rigor menjadi sempurna saat konsentrasi ATP 1μmol/g. Pada tahap ini, otot tidak mau

berkontraksi lagi biarpun dirangsang, dan tidak mampu lagi mempertahankan kekenyalannya, sehingga otot menjadi kejang.

Proses pengejangan pada ikan biasanya dimulai dari ekor dan menyebar kea rah kepala. Ekor merupakan bagian paling aktif bergerak sehingga pada saat mati sel-sel di bagian ini diduga paling rendah kandungan ATPnya, sehingga tahap pre rigor lebih singkat dibandingkan bagian tubuh lainnya.

Sama seperti pada tahap pre rigor, waktu yang diperlukan untuk berada dalam keadaan rigor juga tergantung dari beberapa factor, yaitu spesies ikan, kondisi ikan, dan temperatur lingkungan. Lama dan intensitas rigor berkisar antara 30 hingga 120 jam tergantung dari spesies, temperature dan kondisi ikan. Menurut (Jay, 1986) lamanya tahap rigor dipengaruhi oleh *struggling* ikan, kandungan oksigen, dan temperature lingkungan. *Struggle* ikan yang ditangkap dengan alat tangkap aktif lebih besar apabila dibandingkan dengan *struggle* ikan yang tertangkap dengan alat tangkap pasif.

Proses rigor mortis berpengaruh terhadap penanganan dan pengolahan ikan. Otot yang cenderung berkontraksi akan menghasilkan kekejangan jaringan. Bila pemotongan dilakukan sebelum atau selama tahap rigor, otot akan tetap berkontraksi sehingga menghasilkan tekstur bergelombang seperti karet (Wheaton and Lawson, 1985). (Theresia, 1990) menyatakan bahwa pada akhir tahap rigor mortis, nilai pH daging ikan secara berangsur-angsur akan meningkat sehingga kondisi yang semula asam berubah menjadi sedikit basa karena terbentuknya senyawa volatile yang bersifat basa, seperti amoniak, trimetil amin, indol, dan lain-lain.

3. Post rigor

Kondisi post rigor ditandai dengan melunaknya tekstur daging ikan setelah masa kejang. Tekstur daging yang melunak merupakan awal dari proses pembusukan, yang meliputi otolisis, dan selanjutnya pembusukan oleh miroorganisme. Proses otolisis adalah proses terjadinya penguraian daging ikan oleh enzim-enzim yang terdapat dalam tubuh ikan itu tanpa adanya pengontrolan oleh otak sehingga merusak organ tubuh lainnya. Proses otolisis ini akan diikuti dengan meningkatnya jumlah bakteri, karena semua hasil penguraian enzim selama otolisis merupakan media yang sangat cocok untuk pertumbuhan bakteri dan mikroorganisme lain.

Perubahan-perubahan yang dialami ikan pada tahap pre rigor dan rigor mortis belum memberikan perubahan nyata. Oleh karena itu, hingga akhir tahap rigor ikan masih dapat digolongkan sebagai ikan segar. Memasuki tahap post rigor, mulai terjadi proses pembusukan.

Pada tahap post rigor mulai terbentuk warna, rasa, bau, dan tekstur yang tidak diharapkan dan sering digunakan sebagai indicator tingkat kesegaran hasil perikanan. Proses perubahan pada tahap ini berlangsung cepat terutama pada ikan kecil berlemak tinggi dan ikan yang lambungnya penuh makanan saat ditangkap. Penyebab proses perombakan pada tahap post rigor ini karena adanya aktivitas enzim, mikroba pembusuk, dan oksigen.

DAFTAR PUSTAKA

Amlacher. (1961). *Rigor Mortis in Fish. In Fish as Food (Vol I): Production, Biochemistry, and Microbiology.* (G. Borgstrom, Ed.) San Diego, California: Academic Press.

Afrianto, E. dan E. Liviawaty, 1989.Pengawetan dan Pengolahan Ikan. PT Kanisius. Yogyakarta.

Abbas S. D. 1995. Ikan Asin. PT Kanisius. Yogyakarta.

Ahvenainen, R. 2003. Active and intelligent packaging : An introducing. In R. Ahvenainen (Ed), Novel food packaging techniques (pp. 6). Boca Raton, FL : CRC Press. LLC

Astawan, I. 2007. Penanganan dan pengolahan hasil perikanan.Universitas terbuka, Jakarta

Adawyah, R. 2008. Pengolahan dan Pengawetan Ikan. Jakarta. Bumi Aksara.

Akande, G.R.,Ayinla, O.A., Adeyemi, R.S., Olusola A.O., Salaudeen, M.M. 2012. Blueprintfor Canned Fish Products. Nigerian Institute for Oceanography and Marine Research (NIOMR). Wilmot Point Road, Bar Beach, Victoria Island, P.M .B. 12729, Lagos

Aji A. S. 2015. Teknik Pengalengan Bekicot (Achatina Fulica) di CV.Keong Mas Permai, Kapas, Kabupaten Bojonegoro, Provinsi Jawa Timur. Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga Surabaya.

Budiman, M.S. 2004. Teknik Penggaraman dan Pengeringan.Dikdasmen Departemen Pendidikan Nasional. Jakarta.

Badan Standar Nasional Indonesia. 2006. Ikan Segar : Bagian 1 Spesifikasi. Badan Standar Nasional Indonesia

Balai Besar Pengembangan dan Pengendalian Hasil Perikanan (BBPHP). 2011. Teknologi Penangan Rumput Laut.

Badan Standar Nasional Indonesia. 2014. Ikan Beku. Badan Standar Nasional Indonesia

Becker, H. 2016. Market Brief Produk Perikanan Ikan Beku Segar dan Makanan Laut Beku dalam Kaleng. Atase Perdagangan KBRI Denmark, Kopenhagen.

Clucas, S. (1981). *Fish Handling, Preservation and Processing in the Tropics: Part I.* London: Tropical Product Institute.

Departemen Kelautan dan Perikanan, 2003. Teknologi Pengolahan Ikan di Indonesia. Kerjasama Direktorat Mutu dan Pengolahan Hasil Perikanan, Direktorat Jenderal Perikanan Tangkap dengan Japan International Cooperation Agency (JICA). Jakarta.

Departemen Kelautan dan Perikanan, 2007.Kumpulan Hasil-Hasil Penelitian Pascapanen Perikanan. Edisi Revisi. Balai Besar riset Pengolahan Produk dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan. Jakarta.

Deni 2015. Karakteristik Mutu Ikan Selama Penanganan Pada Kapal KM. Cakalang. *Jurnal Ilmiah agribisnis dan Perikanan (agrikan UMMU-Ternate)* Staf Pengajar FAPERTA UMMU-Ternate.

Emanuelli, Tatiana., Jucieli Weber., Vivian C. Bochi., Cristiane P. Ribeiro., Andre de M. Victorio. 2008. Effect of different cooking methods on the oxidation, proximate and fatty acid composition of silver catfish (*Rhamdiaquelen*) fillets. Food Chemistry 106 (2008) 140 – 146.

Firdaus Muhamad *, Prihanto A.A, dan Nurdiani Rahmi (2015) Peningkatan Mutu Rumput Laut (*Gracilariasp)* Kering Dengan Pencuci Drum Increasing The Quality Of Dry Seaweeds By Drum Washing Machine Program Studi Teknologi Hasil Perikanan,Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Malang-65145, Indonesia

Gelman A, Glatman L, Drabkin V, Harpaz S. 2001. Effect of storage temperature and preservative treatment on shelf life of the pond-raised freshwater fish, silver perch (*Bidyanus bidyanus*). Journal Food Protection 64:1584-1591.

Gladyshev, Michail. I., Nadezdha N. Suschik., Galina A. Gubanenko., Sevilia M. Demirchieva., Galina S. Kalachova. 2007. Effect of boiling and frying on the content of essential polyunsaturated fatty acids in muscle tissue of four species. Food Chemistry 101 (2007) 1694 – 1700.

Harikedua. (1990). *Bahan Ajar. Pengantar Pengolahan Hasil Perikanan.* Manado: Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Sam Ratulangi.

Hadiwiyoto. (1993). *Teknologi Pengolahan Hasil Perikanan.* Jogjakarta: Penerbit Liberty.

Herudiyanto, M.S. 2008. Pengantar Teknologi Pengolahan Pangan. Widya Padjadjaran. Bandung.

Harahap, Murdanie, Nurani, 2013. Upaya Penanganan Mutu Ikan Tuna Segar Hasil Tangkapan Kapal Tuna Longline Untuk Tujuan Ekspor. Departemen Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor 2 Alumni Dept. Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor

ITPC Osaka. 2013. Produk Perikanan, MarketBrief ITPC Osaka. http://itpc.or.jp/wp-content/uploads/2013/10/MB-Perikanan-Sept-2013.pdf

Ilyas, S. (1993). *Teknologi Refrigerasi Hasil Perikanan. Jilid II. Teknik Pembekuan Ikan.* Jakarta: CV. Paripurna.

Jay. (1986). *Modern Food Microbiology.* New York: Van Nostrand Reinhold.

Jaya,Fahrul , Kasmiati,Metusalach 2014. Pengaruh Cara Penangkapan, fasilitas penangan dan cara penanganan ikan terhadap kualitas ikan yang dihasilkan, *jurnal ipteks psp*, staf pengajar program studi pemanfaatan sumberdaya perikanan, fikp, universitas hasanuddin.

Kemendikbud, 2013.Pengolahan hasil perikanan tradisional.Buku teks bahan ajar.Direktorat Pembinaan sekolah menengah kejuruan. Jakarta https://bsd.pendidikan.id/data/2013/kelas_11smk/Kelas_11_SMK_Pengolahan_Hasil_Perikanan_Tradisional_3.pdf (akses :19/04/2018)

Kementerian Kelautan dan Perikanan, 2015.Mengolah Produk Perikanan dengan Fermentasi.Pusat Pendidikan Kelautan dan Perikanan.Badan Pengembangan SDM dan Pemberdayaan Masyarakat Kelautan dan Perikanan, Jakarta.

Kadek putri trisna.d, dkk.2016. Analisis pengendalian mutu pada pengolahan Ikan pelagis beku di pt perikanan nusantara (persero) cabang benoa bali. E-jurnal agribisnis dan agrowisata. Vol.5(1)

Lean, M. (2006). *Ilmu Pangan, Gizi & Kesehatan. Edisi ke 7.* (F. A. Nilamsari N, Trans.) Jogjakarta: Pustaka Belajar.

Liviawati, A. (2010). *Penanganan Ikan Segar.* Bandung: Widya Padjajaran.

Liviawaty, A. (2014). Penentuan waktu rigor mortis ikan nila merah berdasarkan pola perubahan derajat keasaman. *Jurnal Akuatika, V*(1), 40-44.

Moeljanto, R. 1982. Penggaraman dan Pengeringan Ikan.PT Penebar Swadaya. Jakarta.

Martinez, Olaia., Jesus Salmeron, Maria D. Guillen, Carmen Casas. 2010. Effect of freezing on the phsicochemical, texture and sensorial characteristic of salmon (*Salmo salar*) smoked with liquid smoke flavouring. LWT – Food Science and Technology 43 (2010) 910 – 918.

Masyamsir, 2001. Modul Penanganan Hasil Perikanan. Departemen Pendidikan Nasional, Proyek Pengembangan Sistem dan Standar Pengelolaan SMK, Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan, Jakarta.

Martinez, F. C. (2001). Postmortem muscle protein degradation during ice-storage of Arctic (Pandalus borealis) and tropical (Penaeus japonicus and P.monodon) shrimps: a comparative electrophoretic and immunological study. *Journal of the Science of Food and Agriculture, 81*(12), 1199-1208.

Metode penanganan ikan, Komplek Pertokoan Istana Regency Blok S-6 Jalan Bypass Ngurah Rai, Pesanggaran Denpasar - Bali, Indonesia 80233 Telp./Fax. 62 361 728 206 Www.fishing-living.org

Metusalach. Kasmiati. Fahrul. I. Jaya. 2014. Pengaruh Cara Penangkapan, Fasilitas Penangan dan Cara Penanganan Ikan Terhadap Kualitas Ikan yang Dihasilkan. Jurnal IPTEKS PSP, Vol. 1 (1): 40-52.

Naiu. (2014). *Buku Ajar. Teknologi Penanganan Hasil Perikanan.* Yogyakarta: Deepublish.

Nurjanah, S. S. (2004). Kemunduran mutu ikan nila merah (Oreochromus sp) selama penyimpanan suhu ruang. *Buletin THP*, 37-43.

Purnomo, S. (2002). *Teknologi Pengolahan Hasil Perikanan.* Jakarta: Pusat Penerbitan Universitas Terbuka.

Oluwaniyi, O.O., O.O. Dosumu., G. V. Awolola. 2010. Effect of local processing methods (boilling, frying and roasting) on the amino acid composition of four marine fishes commonly consumed in Nigeria. Food Chemsitry 123 (2010) 1000 – 1006.

Quang, N. H. 2005. Guidelines For Handling And Preservation Of Fresh Fish For Further Processing In Vietnam. Fisheries Training Programme. P.O. Box 1390, Skulagata 4 120 Reykjavik, Iceland

Riyadi, Rosyid ,dan Hastrini 2013 Analisis Penanganan (handling) Hasil Tangkapan Kapal Purse Seine Yang Didaratkan di Pelabuhan Perikanan Pantai (ppp) Bajomulyo Kabupaten Pati *Journal of Fisheries Resources Utilization Management and Technology* Program Studi Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro

Suwetja. (1993). *Metode Penentuan Mutu Ikan. Jilid I. Penentuan Kesegaran Ikan.* Manado: UNSRAT.

Shawyer, M.; Pizzali, A. F. M. The use of ice on small fishing vessels; FAO: Rome, 2003.http://www.fao.org/docrep/006/Y5013E/y5013e04.htm

Sulistijowati, R., O. S. Djunaedi, J. Nurhajati, E. Afrianto, dan Z. Udin, 2011. Mekanisme Pengasapan Ikan. Unpad Press. Bandung.

Salman, L.M. 2014.Dasar Proses Pengolahan Hasil Pertanian dan Perikanan 1.Dirjen Pendidikan Dasar dan Menengah. Direktorat Pembinaan SMK. Kemendikbud. Jakarta

Setiawati.a, dkk. 2016. Analisis kualitas hasil tangkapan kapal purse seine dengan pendingin freezer dan pendingin es di pelabuhan perikanan nusantara (ppn) pekalongan. **Journal.** Vol 5(1)

Theresia, S. S. (1990). Perubahan post mortem ikan kerapu (Epinephelus sp) yang disimpan pada suhu es. *Jurnal Penelitian Pasca Panen Perikanan*, 1-9.

Utomo, B.S.B., S. Wibowo, dan T.N. Widianto. 2012. Asap Cair: Cara Membuat dan Aplikasinya Pada Pengolahan Ikan Asap. Penebar Swadaya. Jakarta. 73 hlm.

Warne, D. 1988. Manual on fish canning. FAO Fisheries Technical Paper – 285. Rome. ISBN 92-5-102726-9

Winarti, S. Maoen, Suliantari dan S. Fardiaz. 1992. Teknologi Fermentasi Produk Perikanan. Departemen Pendidikan dan

Kebudayaan.Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi.IPB. Bogor.

Wheaton, L. (1985). *Processing Aquatic Food Products.* Canada: John Wiley & Sons, Inc.

Wibowo, S. 2002. Industri Pengasapan Ikan. Penebar Swadaya. Yogyakarta.

WWF Indonesia (2014) . Budiaya Rumput Laut *Gracilaria sp* di tambak. Seri Panduan Perikanan Skala Kecil. Versi 1 | Juni 201 4ISB N 978-979-1461-375

Winarno, F.G, 2010. Enzim Pangan. M-Brio Press. Bogor

Wibowo, D. A. (2014). Pengaruh cara kematian dan tahapan penurunan ikan terhadap kualitas pasta ikan nila (Oreochromis niloticus). *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan, 3*(3), 95-103

Zailanie, K. 2015. Fish Handling. Malang: Universitas Brawijaya Press.https://www.youtube.com/watch?v=yEDtzYYnlIk