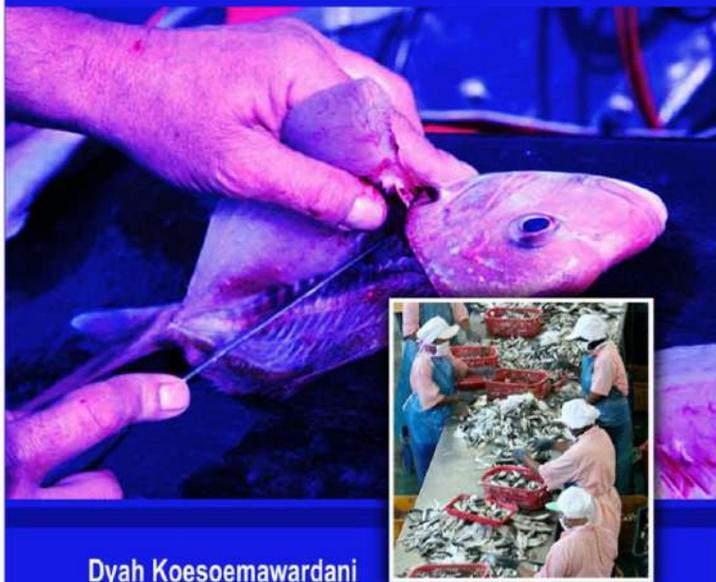




 GRAHA ILMU



Dyah Koesoemawardani

Teknologi Pengolahan Ikan



TEKNOLOGI PENGOLAHAN IKAN

OLEH:

DYAH KOESOEMAWARDANI

**TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
2019**

KATA PENGANTAR

Ikan merupakan salah satu sumber protein hewani yang tinggi kandungan proteinnya mencapai sekitar 20%. Akan tetapi ikan mempunyai sifat yang mudah rusak, sehingga dibutuhkan pengawetan dan pengolahan ikan yang tepat. Hal ini dilakukan untuk memperpanjang tingkat kesegaran dan masa simpanya. Buku ajar ini ditujukan untuk mahasiswa yang mengambil mata kuliah Teknologi Hasil Hewani khususnya dan mata kuliah yang terkait dengan pengolahan dan pengawetan hasil perikanan. Adapun beberapa bab yang dimuat dalam buku ini adalah dasar-dasar teknologi ikan, pengolahan dan pengawetan menggunakan suhu rendah, pengolahan dan pengawetan menggunakan suhu tinggi, pengolahan dan pengawetan menggunakan suhu bahan pengawet, dan pengolahan yang bersifat merubah sifat bahan.

Diharapkan buku ini dapat menjadi tambahan bahan bacaan mahasiswa untuk memudahkan dan memahami tentang teknologi pengolahan ikan. Penulis menyadari bahwa buku ini masih banyak kekurangan, sehingga penulis sangat berharap atas saran dan masukan kesempurnaan buku ini. akhirnya, penulis berharap agar buku ini dapat bermanfaat bagi yang memerlukannya. Di akhir kalimat tidak lupa penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya pada suami tercinta Dr. M. Fakhri, S.H. M.H. serta anak tercinta M. Faisal Aziz dan M. Faruq Ammar yang sudah mendukung penulis sehingga bisa menyelesaikan buku ini.

Bandar Lampung, Februari 2019

Penulis

DAFTAR ISI

Prakata	i
Daftar Isi	ii
Daftar Tabel	iii
Daftar Gambar	iv
BAB I. Pendahuluan	1
BAB II. Dasar-Dasar Teknologi Ikan	
A. Pendahuluan	3
B. Kelebihan dan kekurangan ikan	4
C. Protein Ikan	
D. Struktur Daging Ikan	6
E. Sifat fisik ikan	8
F. Struktur daging ikan	10
G. Mikroorganisme penyebab kerusakan ikan	12
H. Dasar-dasar pengolahan ikan	13
Ringkasan	15
Pertanyaan	16
Daftar Pustaka	16
BAB III. Pengolahan dan Pengawetan dengan Suhu Rendah	
A. Pendahuluan	18
B. Pendinginan	19

C. Pembekuan	31
D. Kering Beku	37
Ringkasan	40
Pertanyaan	40
Daftar Pustaka	40
BAB IV. Irradiasi	
A. Pendahuluan	42
B. Prinsip pengawetan dan pengolahan menggunakan Irradiasi	42
C. Dosis irradiasi yang digunakan	42
Ringkasan	49
Pertanyaan	49
Daftar Pustaka	50
BAB V. Pengolahan dan Pengawetan dengan suhu tinggi	
A. Pendahuluan	51
B. Pengeringan ikan	51
C. Pemindangan ikan	56
D. Pengasapan ikan	60
E. Penggalengan ikan	69
Ringkasan	80
Pertanyaan	80
Daftar Pustaka	80
BAB VI. Fermentasi	
A. Pendahuluan	82

B. Prinsip fermentasi	83
C. Fermentasi ikan	83
D. Fermentasi asam laktat	85
E. Faktor-faktor yang mempengaruhi fermentasi	87
F. Kerusakan produk fermentasi hasil perikanan	89
G. Hasil olahan fermentasi ikan	
1. peda	89
2. rusip	94
3. terasi	97
4. kecap ikan	99
5. bekasam	103
Ringkasan	104
Pertanyaan	104
Daftar Pustaka	105
BAB VII. Diversifikasi Pengolahan Ikan	107
A. Pendahuluan	107
B. Konsentrat protein ikan.	108
C. Hidrolisat protein ikan.	110
D. Dendeng giling ikan	113
Ringkasan	114
Pertanyaan	114
Daftar Pustaka	115

DAFTAR TABEL

No	Keterangan	Halaman
1.	Komposisi kimia ikan.	6
2.	Bagian-bagian tubuh ikan dan keperluannya	11
3.	Penggolongan protein ikan	12
4.	Perbedaan antara pengeringan biasa dan pengeringan beku	39
5.	Daftar makanan hasil laut yang dirradiasi	48
6.	Jenis-jenis pindang di Indonesia	57
7.	Mutu sensori ikan pindang	60
8.	SNI ikan pindang	60
9.	Komponen senyawa dalam asap	63
10.	Komponen kimia asap kayu	63
11.	Komposisi kimia ikan peda warna merah dan warna putih	92
12.	Komposisi kimia kecap ikan	100

DAFTAR GAMBAR

No	Keterangan	Halaman
1.	Bagian utama tubuh ikan	8
2.	Bentuk-bentuk ikan	9
3.	Tebal ikan	10
4.	Potongan melintang dan membujur daging ikan	12
5.	Bagian daging merah dan daging putih	13
6.	Tahap-tahap perubahan sebelum ikan menjadi busuk	14
7.	Bentuk es balok	20
8.	Bentuk es tabung.	20
9.	Bentuk es keping tebal	21
10.	Bentuk es keping tipis	21
11.	Bentuk es halus	23
12.	Teknik penyusunan es	24
13.	Bentuk es kering dan pendinginan ikan menggunakan es kering	29
14.	Tahap pembekuan	33
15.	Skematik alat <i>freeze drying</i>	37
16.	Skema ilustratif mekanisme terjadinya pengeringan beku	38
17.	Perbedaan mekanisme proses pengeringan biasa (A) dan pengeringan beku	38
18.	Irradiator	43
19.	Skema proses pengolahan bahan pangan dengan iradiasi	44

20.	Logo produk irradiasi	48
21.	Pengeringan ikan dengan matahari	53
22.	Pengering solar drying a	54
23.	Pengering solar drying b	54
24.	Pengering solar drying c	54
25.	Pengering secara mekanis	55
26.	Pengering menggunakan oven	55
27.	Beberapa pemindangan ikan di Indonesia	58
28.	Diagram alir pemindangan ikan	59
29.	Diagram alir pengolahan ikan presto	59
30.	Diagram alir pengasapan ikan	64
31.	Lemari pengasapan dan ikan asap	66
32.	Alat pengasapan elektrik	66
33.	Alat pengasapan tradisional	68
34.	Alat pengasapan cair modern	68
35.	Asap cair sebelum resdestilasi	68
36.	Asap cair setelah resdestilasi	68
37.	Wadah ikan dari kaleng	70
38.	Wadah ikan dari jars (mulut kecil dan lebar) dan <i>retort pouch</i>	70
39.	Retort untuk proses sterilisasi	75
40.	Perubahan glukosa menjadi asam laktat	86
41.	Diagram alir pengolahan ikan peda	91
42.	Ikan peda dan diversifikasi olahannya	91

43.	Rusip mentah dan Rusip bubuk	96
44.	Rusip matang	96
45.	Diagram alir pengolahan Rusip	97
46.	Diagram alir pengolahan terasi	98
47.	Beberapa jenis terasi	99
48.	Diagram alir pembuatan kecap ikan secara tradisional	101
49.	Diagram alir pembuatan kecap ikan dari hidrolisat protein ikan	102
50.	Kecap ikan	102
51.	Diagram alir pengolahan bekasam dari ikan mas	103
52.	Bekasam mentah	103
53.	Bekasam matang	103
54.	Bekasam matang b	104
55.	Pengolahan Konsentrat Protein Ikan rucah	109
56.	Konsentrat Protein Ikan	109
57.	Hidrolisat Protein Ikan	112
58.	Prosedur pembuatan dendeng ikan rucah	113
59.	Dendeng ikan rucah	114

BAB I. PENDAHULUAN

A. Lingkup Materi dan Capaian Pembelajaran

Buku ajar Teknologi Pengolahan dan Pengawetan Ikan merupakan salah satu buku pegangan yang akan menjadi bahan bacaan mahasiswa yang mengambil Mata Kuliah Teknologi Hasil Hewani (THP616306) pada Program Studi Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Mata Kuliah Teknologi Hasil Hewani merupakan salah satu Mata Kuliah Pilihan yang membekali Mahasiswa dalam menganalisis beberapa keunggulan karakteristik komoditas hewani yang meliputi daging, susu, ikan dan telur. Selanjutnya, mahasiswa dapat mengolah menjadi produk pangan dan non pangan yang beraneka ragam dengan teknologi tepat serta inovasinya, sehingga menghasilkan produk yang aman dan bermutu tinggi. Buku ajar ini berisi materi tentang ikan. Adapun, capaian pembelajaran perkuliahan yaitu (1) mahasiswa mengerti tentang dasar-dasar teknologi ikan; (2) pengawetan dan pengolahan ikan menggunakan suhu rendah; (3) pengawetan dan pengolahan ikan menggunakan suhu tinggi; (4) pengawetan dan pengolahan ikan menggunakan irradiasi, (5) fermentasi, (6) dan pengolahan dengan merubah sifat bahan baku. Sementara itu, indikator keberhasilan capaian pembelajaran yaitu (1) mahasiswa dapat memahami dan menjelaskan tentang kelebihan dan kekurangan ikan, struktur tubuh ikan, sifat fisik ikan, struktur daging ikan, mikroorganisme penyebab kerusakan ikan, dasar-dasar pengolahan ikan, (2) mahasiswa memahami dan menjelaskan tentang prinsip serta teknologi pengawetan dan pengolahan ikan secara pendinginan, pembekuan dan pembekuan kering, (3) mahasiswa dapat memahami dan menjelaskan tentang prinsip dan teknologi pengawetan dan pengolahan ikan dengan pengeringan dan penggaraman, pemindangan, pengasapan, serta pengalengan, mahasiswa dapat melakukan pengolahan dalam kegiatan praktikum, (4) mahasiswa memahami dan menjelaskan tentang prinsip serta teknologi pengawetan dan

pengolahan ikan dengan irradiasi, (5) mahasiswa dapat memahami dan menjelaskan tentang prinsip dan teknologi pengawetan dan pengolahan secara fermentasi, (6) mahasiswa dapat memahami dan menjelaskan tentang prinsip pengolahan hidrolisat ikan, konsentrat ikan, tepung ikan , serta produk olahan ikan yang lain seperti bakso ikan, empek-empek, kerupuk ikan, dendeng ikan, sate ikan, dan lain-lain, selanjutnya mahasiswa dapat mengolah produk tersebut dalam kegiatan praktikum.

BAB II. DASAR-DASAR TEKNOLOGI IKAN

A. Pendahuluan

Undang-Undang no 45 tahun 2009 tentang Perikanan Pasal 1 nomor 4 menyebutkan bahwa ikan adalah segala jenis organisme yang seluruh atau sebagian dari siklus hidupnya berada di dalam lingkungan perairan. Sebutan “ikan” lebih banyak dikenal masyarakat daripada hasil perikanan yang lain. Meskipun, sebenarnya ikan hanya salah satu organisme dari hasil perikanan. Ikan merupakan salah satu sumber protein hewani yang kandungan proteinnya cukup tinggi mencapai sekitar 20-30%. Selain protein, kandungan air dalam ikan juga tinggi, sehingga ikan digolongkan menjadi bahan baku yang mudah rusak (*highly perishable food*). Faktor-faktor yang menyebabkan kehilangan mutu dari kerusakan pangan tersebut dapat disebabkan oleh (1) pertumbuhan mikroba yang menggunakan pangan sebagai substrat untuk memproduksi toksin di dalam pangan, (2) katabolisme dan pelayuan (*senescence*) yaitu proses pemecahan dan pematangan yang dikatalis enzim indigenus, (3) reaksi kimia antar komponen pangan dan/atau bahan-bahan lainnya dalam lingkungan penyimpanan, (4) kerusakan fisik oleh faktor lingkungan (kondisi proses maupun penyimpanan), (5) kontaminasi serangga dan tikus.

Untuk mengatasi hal tersebut di atas dibutuhkan pengawetan dan pengolahan bahan pangan agar dapat memperpanjang *marketable life* komoditas. Dengan demikian, pengetahuan tentang ikan menjadi dasar untuk melakukan penanganan ikan agar ikan tetap segar hingga ke tangan konsumen.

Capaian pembelajaran pada bab ini adalah mahasiswa mengerti tentang dasar-dasar teknologi ikan, sedangkan indikator capaiannya adalah mahasiswa mampu memahami dan menjelaskan tentang kelebihan dan kekurangan ikan, struktur tubuh ikan, sifat fisik ikan, struktur daging ikan, mikroorganisme penyebab kerusakan ikan, dasar-dasar pengolahan ikan.

B. Kelebihan dan kekurangan ikan

Ikan salah satu sumber protein yang banyak dicari oleh konsumen. Menurut Diana (2013) bahwa omega 3 sangat mempengaruhi tingkat kecedasan otak. Sementara ikan sangat tinggi kandungan omega 3 nya, sehingga ikan menjadi bahan baku yang banyak dicari konsumen. Beberapa kelebihan ikan dibandingkan dengan sumber hewani yang lain, yaitu:

1. Kandungan protein yang cukup tinggi (20%) dalam tubuh ikan tersusun oleh asam-asam amino yang berpola mendekati kebutuhan asam amino dalam tubuh manusia.
2. Daging ikan mudah dicerna oleh tubuh karena mengandung sedikit jaringan pengikat (tendon/stroma).
3. Daging ikan mengandung asam-asam lemak tak jenuh dengan kadar kolesterol sangat rendah yang dibutuhkan oleh tubuh manusia.
4. Daging ikan mengandung sejumlah mineral seperti K, Cl, P, S, Mg, Ca, Fe, Zn, F, Ar, Cu, dan Y, serta vitamin A dan D dalam jumlah yang cukup untuk memenuhi kebutuhan manusia.
5. Stok selalu ada di sepanjang tahun tidak terpengaruh musim (panas atau hujan) ataupun terang bulan, karena ketersediaan ikan dapat dipenuhi baik ikan hasil tangkapan maupun ikan hasil budidaya.
6. Nilai biologisnya mencapai 90% karena sedikit mengandung jaringan pengikat (stroma) sehingga mudah dicerna.
7. Mengandung omega 3 dan 6 dengan kandungan kolesterol yang sangat rendah.
8. Cepat dan mudah disajikan.
9. Harga relatif murah.
10. Dapat diterima oleh segenap lapisan masyarakat.
11. Derajat penerimaan/kesukaan seseorang terhadap ikan juga sangat tinggi. Hal ini karena, ikan mempunyai rasa khas, gurih, warna daging yang kebanyakan putih, dan jaringan pengikat yang halus. Rasa enak pada ikan secara kimiawi sering dikaitkan

dengan adanya zat-zat atau senyawa-senyawa pemberi aroma, rasa, dan citarasa. Senyawa-senyawa tersebut di antaranya aldehid, keton, lakton, metil, dimetil, dan hidroksi puranon.

Di samping itu, ikan juga mempunyai beberapa kekurangan, yaitu:

1. Kandungan air yang tinggi mencapai sekitar 80% dan pH tubuh mendekati netral, sehingga menjadi media yang baik untuk pertumbuhan bakteri pembusuk, bakteri patogen dan mikroorganisme lain. Oleh karena itu, ikan menjadi lebih cepat membusuk dibandingkan dengan sumber hewani yang lain.
2. Daging ikan mengandung sedikit jaringan pengikat (stroma) sekitar 1-3%, sehingga sangat mudah dicerna oleh enzim autolisis. Hal ini menyebabkan daging sangat lunak dan sangat cocok menjadi media pertumbuhan mikroorganisme.
3. Daging ikan banyak mengandung asam lemak tidak jenuh yang bersifat mudah teroksidasi, sehingga menimbulkan bau tengik pada tubuh ikan.

Komposisi kimia ikan (Tabel 1), memberikan akibat pada sifat ikan yang mudah rusak dan busuk. Hal ini karena, daging ikan menjadi substrat untuk pertumbuhan mikroorganisme terutama bakteri pembusuk, bahkan bakteri patogen juga. Daging ikan mengandung makromolekul dan mikromolekul, serta metabolit sederhana yang siap digunakan oleh mikroorganisme menjadi sumber makanannya. Apalagi kadar air yang tinggi dan aktivitas air pada ikan sangat mendukung pertumbuhan bakteri. Di samping itu, pembusukan ikan juga disebabkan oleh banyaknya enzim yang masih aktif dalam tubuh ikan. Oleh karena itu, tingkat kesegaran ikan menjadi prioritas konsumen baik untuk pengolahan maupun pengawetan ikan. Pengawetan menggunakan suhu rendah (dingin atau beku) adalah cara untuk mempertahankan tingkat kesegaran ikan karena menghambat proses-proses biokimia yang berlangsung dalam tubuh ikan.

Tabel 1. Komposisi kimia ikan.

Komponen	Ikan	Udang	Daging sapi	Daging ayam	Telur	Susu
Protein, %	16-20	18,1	18,0	20	11,8	3,3
Lemak, %	2-22	0,8	3,0	7	11	3,8
Karbohidrat, %	0,5-1,5	1,5	1,2	1,1	11,7	4,7
Abu, %	2,5-4,5	1,4	0,7			
Vit A, IU/g	5x10 ⁴		600*			35
Vit D, IU/g	20-2x10 ⁵					
Kolesterol, mg/g	70	125	70	60	550	11
Air, %	56,79	78,2	75,5	72,9	65,5	11
AA essensial	10	5	10	10	10	10
AA non essensial	10					

*) pada hati
AA= asam amino

C. Protein Ikan

Protein adalah komponen ikan yang sangat penting ditinjau dari sudut gizi biasanya terkandung sekitar 15-25% dari berat total daging ikan (Irianto dan Giyatmi 2009). Protein ikan menyediakan kurang lebih 2/3 dari kebutuhan protein hewani yang diperlukan oleh manusia. Protein ikan dapat diklasifikasikan menjadi protein miofibril, sarkoplasma dan stroma. Komposisi ketiga jenis protein pada daging ikan terdiri dari 65-75% miofibril, 20-30% sarkoplasma dan 1-3% stroma (Junianto 2003). Protein ikan biasanya kurang stabil bila dibandingkan dengan protein daging mamalia, artinya mudah rusak oleh pengolahan, terkoagulasi dan terdenaturasi. Hal ini disebabkan oleh struktur alamiah miosin yang labil (Winarno 1993).

Protein yang terdapat dalam miofibril disebut protein myofibrillar dan merupakan protein yang terbesar yaitu sekitar 65 - 80 % dari total protein otot. Myofibril tersusun oleh benang-benang yang halus yang disebut miofilamen. Ada 2 macam miofilamen yaitu miofilamen tebal yang merupakan protein miosin dan miofilamen tipis yang merupakan protein aktin. Apabila kedua miofilamen ini bergabung akan menjadi protein aktomiosin.

Protein ini memegang peranan pada kontraksi otot. Selain itu berperan juga pada tekstur yang berhubungan dengan otot seperti sifat-sifat serat plastisitas, water holding capacity dan kemampuan pembentukan gel yang semuanya merupakan pencerminan sifat-sifat protein myofibrillar, terutama adalah myosin. Miosin pada daging ikan

biasanya bersifat tidak stabil dan mudah terdenaturasi. Jika terdenaturasi maka akan kehilangan sifat-sifat tersebut sesuai dengan derajat denaturasinya. Protein myofibrillar tidak larut dalam air tetapi larut dalam larutan garam netral dengan kekuatan ion cukup tinggi (salt soluble protein). Miosin dan aktin akan membentuk aktamiasin dengan cara agregasi pada saat diekstrak. Jika protein terdenaturasi maka menjadi tidak larut dalam garam.

Protein sarkoplasma sering disebut miogen, jumlahnya mencapai 20 - 50 % dari total protein yang ada dalam otot. Jenis protein ini banyak terdapat dalam sarkoplasma sel otot. Protein ini bersifat larut dalam air (water soluble protein) atau larutan garam netral dengan kekuatan ion kurang dari 0,15 debye. Protein ini terdiri dari berbagai jenis enzim yang berbeda terutama enzim yang berhubungan dengan metabolisme yang menghasilkan energi didalam jaringan otot seperti glikolisis, siklus sitrat dan fosforikasi oksidatif. Protein ini relatif stabil dan tidak berhubungan dengan sifat-sifat tekstur dan tidak banyak memberikan peranan dalam citarasa pada daging ikan. Sifat protein ini adalah menghambat pembentukan gel, sehingga protein ini biasanya dibuang melalui tahap pencucian.

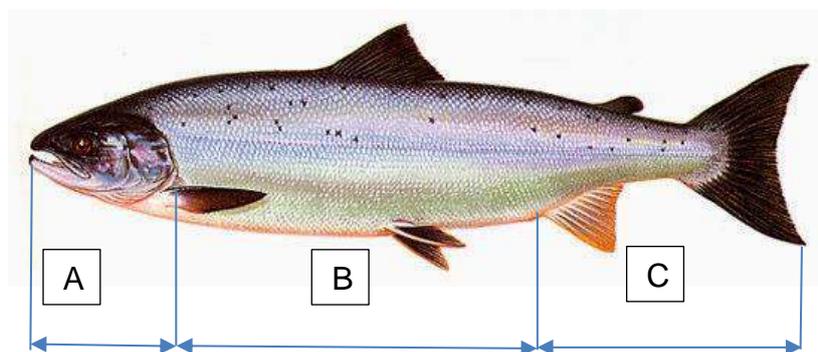
Protein stroma merupakan jaringan pengikat yang terdiri dari komponen kolagen dan elastin dan berguna untuk mempertahankan struktur fisik. Protein tidak larut walaupun pada cairan berkekuatan ion tinggi. Jumlah protein ini sekitar < 5 % dari total protein di dalam otot ikan. Protein ini lebih banyak terdapat pada ikan berdaging merah daripada ikan berdaging putih dengan komposisi yang berbeda untuk setiap spesies ikan.

D. Struktur Tubuh Ikan

Ikan adalah vertebrata air. Mereka membuat lebih dari setengah dari semua spesies vertebrata. Ikan sangat penting dalam studi evolusi vertebrata karena beberapa ciri vertebrata penting berevolusi pada ikan. Ikan menunjukkan keragaman besar dalam ukuran tubuh. Mereka rentang panjang dari sekitar 8 milimeter (0,3 inci) sampai 16 meter (sekitar 53 kaki).

Sebagian besar ektotermis dan ditutupi dengan sisik. Sisik melindungi ikan dari predator dan parasit dan mengurangi gesekan dengan air. Beberapa, sisik tumpang tindih memberikan penutup fleksibel yang memungkinkan ikan untuk bergerak dengan mudah saat berenang.

Bentuk tubuh ikan biasanya berhubungan erat dengan habitat dan cara mereka hidup di dalamnya. Secara umum, tubuh ikan berbentuk setangkup atau simetris bilateral, yang berarti jika ikan tersebut dibelah menjadi dua bagian, maka pada bagian tengah-tengah tubuhnya (potongan sagittal) akan terbagi bagian yang sama antara sisi kanan dan sisi kiri. Selain itu, ada juga beberapa jenis ikan yang mempunyai bentuk non-simetris bilateral, yaitu berarti jika tubuh ikan tersebut dibelah secara melintang (cross section) maka terdapat perbedaan antara sisi kanan dan sisi kiri tubuh ikan tersebut, misalnya pada ikan langkau (*Psettodes erumei*) (Bloch and Schneider, 1801) dan ikan lidah (*Cynoglossus bilineatus*) (Lacepède, 1802). Pada dasarnya tubuh ikan dibagi yaitu kepala (dari ujung mulut sampai dengan akhir tutup insang), badan (dari akhir tutup insang sampai dengan pangkal sirip anal) dan ekor (dari sirip anal sampai dengan ujung ekor).



Keterangan: A= kepala, B=badan, C=ekor

Gambar 1. Bagian utama tubuh ikan

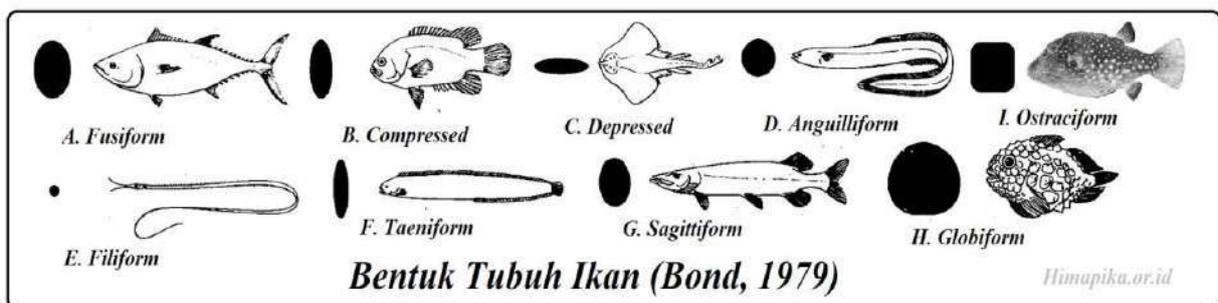
Ikan mempunyai beberapa sirip, yaitu sepasang sirip perut (ventral), sirip punggung(dorsal), sepasang sirip dada (pectoral), dan sirip belakang (anal). Seluruh permukaan tubuh ikan terbungkus kulit, sebagian besar ikan permukaan kulitnya bersisik berupa lempengan –tulang yang tersusun rapi, sedangkan jenis ikan yang lain tidak bersisik.

Kulit ikan membungkus daging yang didukung oleh sistem tulang. Jaringan daging ikan terdapat pada kepala, badan, dan ekor, dimana sebagian besar terdapat pada bagian badan, yaitu pada dua jaringan perut, dua jaringan punggung, dan empat longitudinal. Sementara itu, bagian dalam tubuh terdapat organ yang menjalankan fungsi fisiologis, seperti pencernaan, perkembangbiakan, jantung, empedu dan gelembung renang.

E. Sifat Fisik Ikan

Bentuk-bentuk tubuh ikan dapat dijadikan pertimbangan dalam melakukan baik transportasi, penyimpanan, penganganan maupun pengolahan ikan. Sifat fisik ikan tidak hanya bentuk saja tetapi juga warna, ukuran, kuantitas berat dan komposisi berat ikan. Sifatfisik ikan yang lain meliputi bentuk dan ukuran, densitas dan kekambahan, dan juga sudut natural repose, sudut luncur dan koefisien gesekan. Kapasitas panas, konduktivitas panas, difusivitas panas dan faktor-faktor lain juga perlu untuk diketahui.

Bentuk-bentuk ikan dapat dilihat pada Gambar 2.

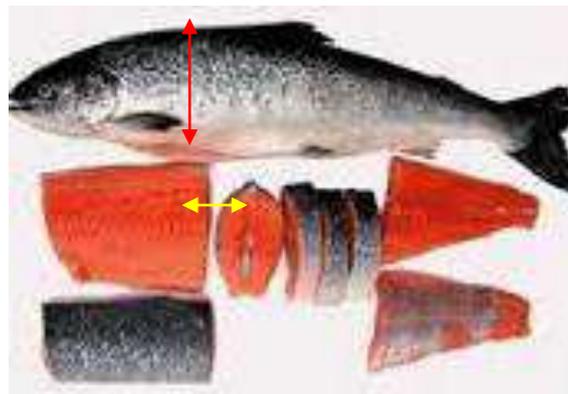


Gambar 2. Bentuk-bentuk ikan

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

ikan pada umur dan spesies sama yang ditangkap pada perairan berbeda mungkin bervariasi dalam berat dan panjang. Ukuran ikan menunjukkan besar kecilnya ikan. Ada tiga ukuran ikan yaitu ikan besar (> 20 cm), ikan sedang (10-20 cm) dan ikan kecil (< 10 cm). Sementara itu, ukuran panjang ikan diukur dari ujung mulut sampai ujung ekor ikan (panjang absolut). Tebal ikan adalah garis tengah minimum yang diukur pada jarak terlebar antara tepi badan samping kiri dan tepi badan samping kanan.

Warna-warna ikan bermacam-macam, akan tetapi pada umumnya ikan-ikan dari daerah panas mempunyai warna putih seperti perak. Warna tersebut karena Kristal-kristal guanin yang banyak terdapat pada sisiknya, sedangkan warna lain yang seperti hitam, kuning, merah oranye, dan lain-lain disebabkan adanya kromatofor yang terdapat pada sel-sel dermis. Beberapa ikan mengalami perubahan warna sesuai warna lingkungan tempat hidup ikan.



Gambar 3. Tebal ikan

Sifat fisik ikan yang lain yaitu kuantitas berat ikan dan komposisi berat ikan. Kuantitas berat ikan yaitu besarnya rasio berat ikan dengan isi, jika sejumlah ikan ditempatkan dalam wadah yang diketahui besarnya (isinya). Besarnya ruang dalam wadah yang cukup ditempati oleh sejumlah berat ikan merupakan isi teknis, dan jika jumlah (berat) ikan tersebut dibagi dengan isi teknis akan mendapatkan kuantitas berat. Komposisi berat ikan diartikan sebagai berat masing-masing bagian (organ) tubuh ikan, pada umumnya dinyatakan dengan persentase terhadap seluruh tubuh ikan. Komposisi berat ikan perlu diketahui karena

tidak semua bagian dari ikan bisa dimakan, tetapi bisa dimanfaatkan sebagai makanan ternak, obat-obatan, lem, olahan diversifikasi, dan lain-lain. Komposisi berat dapat digunakan untuk memperkirakan atau menghitung berapa bagian dari tubuh ikan yang dapat digunakan sebagai bahan makanan, sebagai pakan, atau sebagai bahan-bahan lainnya.

Tabel 2. Bagian-bagian tubuh ikan dan keperluannya

Bagian tubuh ikan	Komponen utama	Manfaat
Daging	Protein, lemak	Bahan pangan
Telur	Protein, lemak	Bahan pangan
Kepala	Protein, lemak, Ca, P	Tepung
Tulang, sirip	Ca, P, N	Tepung
Kulit	Kolagen	Lem, campuran bahan pangan, gelatin
Sisik	Kolagen	Lem
Kandung kemih	Kolagen	Lem
Hati	N, Vitamin (A, D, B12)	Vitamin, obat, pakan, bahan pangan
Organ pencernaan	N, lemak, enzim	pangan
Cangkang (udang)	Protein, kitin dan kalsium karbonat	Hidrolisat, tepung, enzim Kitosan

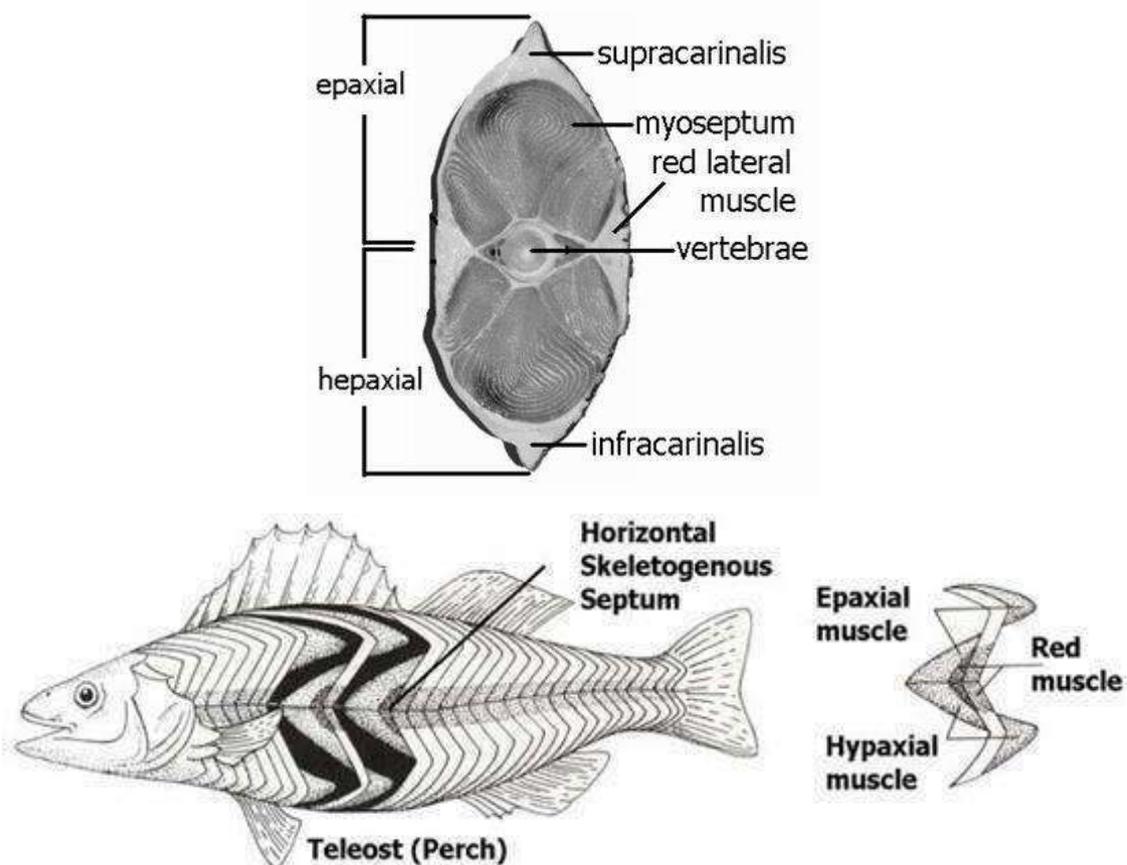
F. Struktur Daging Ikan

Badan ikan terdiri dari tiga bagian yaitu tulang, daging dan otot. Daging dan otot kebanyakan terdapat pada bagian tubuhnya dan merupakan jaringan pengikat yang meliputi bagian punggung, bagian perut, pangkal sirip punggung, pangkal sirip ekor dan pangkal sirip belakang. Di samping itu terdapat juga di bagian pangkal sirip dada, pangkal sirip depan dan pada bagian kepala. Sepertiga bagian dari tubuh ikan merupakan komponen protein yang banyak terdapat dibagian daging. Protein ikan sebagai penyusun daging dapat digolongkan berdasarkan kelarutannya, lokasi atau fungsinya (Tabel 3). Sementara itu, berdasarkan corak serabutnya, daging ikan dibagi menjadi tiga tipe, yaitu daging bergaris melintang/lurik, daging polos dan otot jantung. Akan tetapi, hampir seluruh daging ikan terdiri dari daging bergaris melintang yang dibentuk dari serabut-serabut daging. Daging ikan bergaris melintang menurut warnanya terbagi menjadi dua, yaitu daging merah dan daging putih.

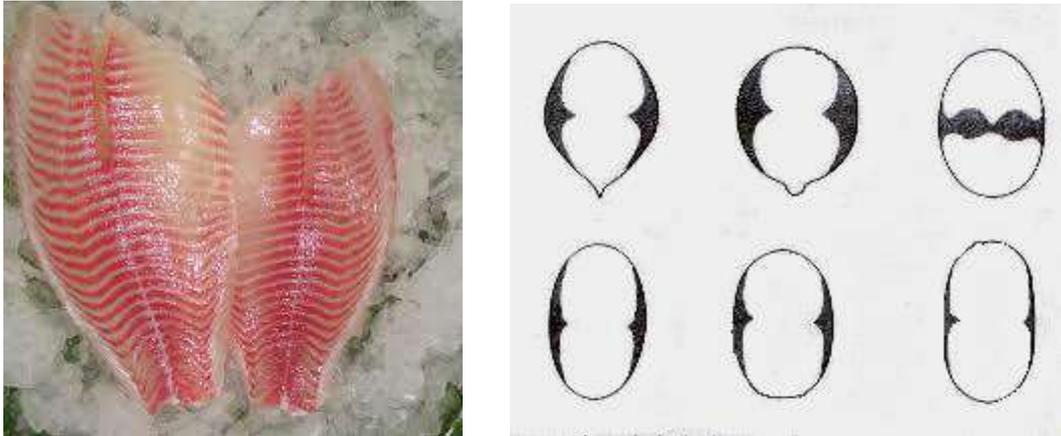
Warna merah pada daging disebabkan adanya gurat sisi (*paternal line*) pada saraf. Saraf itu dilapisi dengan lemak dan dialiri pembuluh darah, sehingga bagian ini mengandung lemak dan mioglobin.

Tabel 3. Penggolongan protein ikan

Kelarutannya	Letaknya	Nomenklatur dan contohnya	Fungsinya
Sangat mudah larut air	Sarkoma	Miogen, protein sarkoplasma (20-30%) = albumin, mioalbumin dan mioprotein	Penyimpan oksigen
Tidak larut air	Jaringan pengikat, di bagian luar sel otot dan dinding sel	Stroma, protein jaringan pengikat (1-3%) = kolagen dan elastin	Membentuk jaringan ikat,
Sedikit larut air, mudah larut garam	Benang-benang daging (myofibril, miofilamen)	Protein miofibril (65-75%) , protein struktural = aktin, myosin, aktomiosin, troponin, dan tropomiosin	Mengubah energy kimia menjadi energy mekanis terutama saat kontraksi daging, emulsifier, koagulasi, pembentuk gel



Gambar 4. Potongan melintang dan membujur daging ikan



Gambar 5. Bagian daging merah dan daging putih

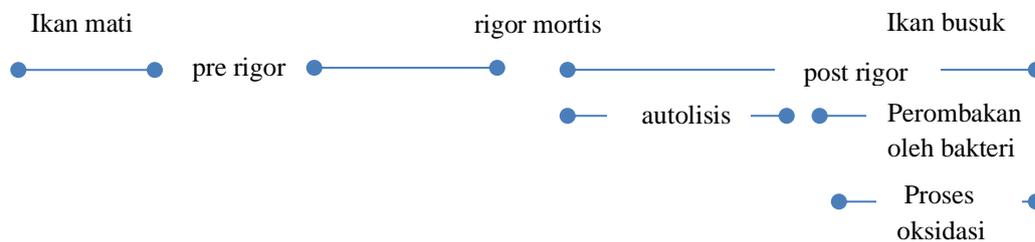
G. Mikroorganisme Penyebab Kerusakan Ikan

Mikroorganisme terbanyak pada tubuh ikan adalah bakteri, meskipun ada juga kapang dan khamir. Bakteri yang pertama berkembangbiak dengan cepat, lalu diikuti kapang dan khamir. Keberadaan bakteri bergantung pada asal ikan ditangkap, keadaan, dan sanitasi penangkapan. Beberapa bakteri yang terdapat pada ikan antara lain: bakteri dari ikan yang hidup di suhu rendah yaitu bakteri psikrofil (*Pseudomonas*, *Achromobacter*, *Aerobacter*, *Flavobacterium*, *Micrococcus*, dan *Cytophaga*); bakteri dari ikan yang hidup di suhu tinggi yaitu bakteri mesofil (*Micrococcus*, *Aeromonas*, *Lactobacillus*, *Brevibacterium*, *Alcaligenus* dan *Streptococcus*). Bakteri tersebut ada yang bersifat patogen (*Clostridium*, *Salmonella*, *Shigella* dan *Vibrio*) ataupun pembusuk (*Pseudomonas*, *Achromobacter*, dan *Flavobacterium*). Menurut berbagai kajian, jumlah bakteri pada ikan di bagian permukaan tubuh dan insang berkisar antara $10^2 - 10^5$ tiap luasan 1 cm^2 , sedangkan pada bagian cairan usus berkisar antara $10^3 - 10^8/\text{ml}$.

H. Dasar-dasar Pengolahan Ikan

Ikan adalah bahan pangan yang mudah rusak, dalam suhu kamar hanya dalam waktu 8 jam setelah ikan mati sudah menimbulkan proses perubahan yang mengarah ke kerusakan ikan. Perubahan tersebut dimulai dengan hilangnya kelenturan daging ikan (fase prerigor),

lalu mengalami pengerutan dan menjadi kaku (fase rigor atau rigor mortis), setelah itu daging ikan melemas lagi (fase postrigor). Pada fase rigor, daging tampak lebih kering karena kehilangan daya menahan air, sedangkan pada fase terakhir, struktur daging ikan sudah mulai rusak.



Gambar 6. Tahap-tahap perubahan sebelum ikan menjadi busuk

Oleh karena itu, untuk mencegah proses pembusukan perlu adanya pengawetan dan pengolahan ikan. Pengawetan dan pengolahan pada dasarnya sama, yaitu untuk mempertinggi daya tahan dan daya simpan ikan agar kualitas ikan tetap dalam keadaan baik. Perbedaannya terletak pada produk akhirnya, jika pengawetan produk akhirnya tidak jauh berbeda dengan bahan awal (aslinya), sedangkan produk akhir pengolahan mempunyai bentuk yang jauh berbeda dengan aslinya. Berdasarkan pengertian tersebut maka baik pengawetan maupun pengolahan ikan mempunyai tujuan yang sama yaitu mempertahankan kualitas ikan agar tetap baik.

Pada dasarnya pengolahan dan pengawetan ikan digolongkan menjadi empat golongan besar, yaitu:

1. Memanfaatkan faktor-faktor fisikawi, yaitu pemanfaatan suhu tinggi dan suhu rendah. Penggunaan suhu tinggi bertujuan menghentikan aktivitas mikrobia kontaminan yang ada ikan, menghentikan aktivitas enzim dalam daging ikan, dan mendapatkan produk ikan selain ikan segar. Contohnya pengeringan, pengasapan, sterilisasi (penggalangan), dan pemindangan. Sementara itu, penggunaan suhu rendah bertujuan

menghambat pertumbuhan mikrobia pada ikan, menghambat aktivitas enzim dalam daging ikan, dan mempertahankan sifat segar ikan. Contohnya pendinginan, pembekuan dan pengeringan beku.

2. Memanfaatkan bahan pengawet

Tujuan penggunaan bahan pengawet adalah menghambat pertumbuhan mikrobia, menghambat proses enzimatik dan memberikan sifat fisikawi dan organoleptik (sensorik) yang khas sehingga meningkatkan nilai estetikanya. Contohnya: penggaraman, kuring, dan pencukaan.

3. Menggunakan metode gabungan antara pemanfaatan suhu dan bahan pengawet (*hurdle concept*). Hal ini dilakukan untuk mencegah resiko kerusakan yang lebih besar pada bahan (ikan), meningkatkan faktor keamanan dan kesehatan, dan meningkatkan tingkat penerimaan (aseptabilitas) produk dengan tidak mengurangi mutu hasil akhir. Contohnya: kombinasi pengeringan dengan penggaraman, pengalengan yang menyertakan penambahan garam atau bumbu-bumbu.

4. Pengolahan yang bersifat merubah sifat bahan menjadi produk setengah jadi, atau juga produk akhir yang bisa sama atau tidak dengan keadaan awalnya. Contohnya tepung ikan, hidrolisat ikan, terasi, konsentrat ikan, sosis, abon, dan lain-lain.

Ringkasan

Ikan merupakan salah satu sumber protein hewani yang mempunyai beberapa kelebihan yaitu tinggi kandungan proteinnya mencapai sekitar 20%, Stok selalu ada di sepanjang tahun tidak terpengaruh musim (panas atau hujan) ataupun terang bulan, nilai biologisnya mencapai 90% sehingga mudah dicerna, mengandung omega 3 dan 6 dengan kandungan kolesterol yang sangat rendah, cepat dan mudah disajikan, harga relatif murah, dan dapat diterima oleh segenap lapisan masyarakat. Disamping kelebihan, ikan juga mempunyai kekurangahn yaitu kandungan air yang tinggi mencapai sekitar 80% dan pH tubuh mendekati

netral, sehingga ikan menjadi lebih cepat membusuk dibandingkan dengan sumber hewani yang lain; daging ikan mengandung sedikit jaringan pengikat (stroma) sekitar 1-3%, sehingga sangat mudah dicerna oleh enzim autolysis; daging ikan banyak mengandung asam lemak tidak jenuh yang bersifat mudah teroksidasi. Oleh karena itu, untuk mencegah proses pembusukan perlu adanya pengawetan dan pengolahan ikan. Pada prinsipnya ada empat golongan pengawetan dan pengolahan ikan yaitu menggunakan suhu baik suhu rendah maupun suhu tinggi, menggunakan bahan pengawet, menggunakan konsep penghambatan (*hurdle concept*) yaitu penggabungan antara suhu dengan bahan pengawet, serta yang keempat adalah merubah sifat bahan menjadi produk setengah jadi, atau juga produk akhir.

Pertanyaan

1. Apa yang dimaksud dengan bentuk tubuh ikan yang simetris bilateral dan non simetris bilateral ?
2. Apa yang dimaksud dengan *hurdle concept* ?
3. Sebutkan tahap-tahap perubahan sebelum ikan menjadi busuk !
4. Sebutkan sifat kelarutan dan fungsi dari protein sarkoplasma !
5. Apa yang dimaksud dengan *paternal line* ?
6. Sebutkan kelebihan ikan dibandingkan dengan hewan yang lain !
7. Sebutkan bentuk-bentuk ikan!
8. Apa warna sebagian besar ikan tropis !

Daftar Pustaka

- Adawyah, R. 2011. Pengolahan dan Pengawetan Ikan. Bumi Aksara. Jakarta. 160 hlm.
- Afrianto, E dan Liviawaty, E. 1989. Pengawetan dan Pengolahan Ikan. Kanisius.125 hlm.
- Belitz, H.D. and Grosch, W. 1998. Food Chemistry.Springer. 601 hlm.
- Diana, FM. 2013. Omega3 dan Kecerdasan Anak. Jumal Kesehaian Masyarakat. Vol 7 (2):82-88.

Hadiwiyoto, S. 1993. Teknologi Pengolahan Hasil Perikanan. Jilid I. Liberty. Yogyakarta. 275 hlm.

Junianto. 2003. Teknik Penanganan Ikan. Penebar Swadaya. 119 hlm.

Love, R. M. 1998. The Food Fishes. Their Intrinsic Variation and Practical Implication. Farrand Press London. 275 hlm.

BAB III. PENGOLAHAN DAN PENGAWETAN DENGAN SUHU RENDAH

A. Pendahuluan

Materi pada bab ini tentang pendinginan, pembekuan dan pembekuan kering. Meskipun ketiga metode tersebut menggunakan suhu rendah tapi karakteristik ikan pada hasil akhirnya berbeda. Oleh karena itu, capaian pembelajaran pada bab ini adalah mahasiswa mampu memahami dan menjelaskan tentang pengawetan dan pengolahan menggunakan suhu rendah dengan metode pendinginan, pembekuan dan pembekuan kering, serta mahasiswa mampu memilih metode yang tepat untuk pengawetan dan pengolahan ikan menggunakan suhu rendah.

Setiap bahan pangan mempunyai suhu optimum untuk berlangsungnya proses metabolisme secara normal. Suhu penyimpanan yang lebih tinggi dari suhu optimum akan mempercepat metabolisme dan mempercepat terjadinya proses pembusukan. Suhu rendah di bawah suhu 15°C dan di atas suhu pembekuan efektif dalam mengurangi laju metabolisme. Penyimpanan pada suhu rendah dapat menghambat kerusakan fisiologis, kerusakan enzimatik dan kerusakan mikrobiologis. Prinsip pengawetan dan pengolahan ikan dengan suhu rendah adalah proses pemindahan atau pengambilan panas dari tubuh ikan ke bahan lain, sehingga dapat memperlambat aktivitas metabolisme dan menghambat pertumbuhan mikroba. Hal ini karena terjadinya penurunan suhu tubuh ikan mengakibatkan fase pertumbuhan cepat pada bakteri terhambat dengan menggeser fase adaptasi pertumbuhan bakteri menjadi lebih panjang. Kelebihan pengawetan ikan dengan pendinginan adalah sifat-sifat asli ikan tidak mengalami perubahan tekstur, rasa, dan bau. Efisiensi pengawetan dengan pendinginan sangat tergantung pada tingkat kesegaran ikan sebelum didinginkan. Pendinginan yang

dilakukan sebelum rigor mortis berlalu merupakan cara yang paling efektif jika disertai dengan teknik yang benar, sedangkan pendinginan setelah proses autolisis berlangsung tidak akan banyak membantu.

B. Pendinginan

Pendinginan pada ikan pada umumnya menggunakan es, akan tetapi ada bahan pendingin lain yang bisa digunakan untuk mendinginkan ikan. Pendinginan sebaiknya dilakukan sebelum fase rigor mortis, jika pendinginan dilakukan setelah proses autolisis berlangsung tidak memberikan pengaruh terhadap pengawetan ikan. Hal ini berarti proses pendinginan tidak bisa memperpanjang tingkat kesegaran ikan. Pendinginan ada dua macam yaitu pendinginan yang menggunakan bahan pendingin homogen, misalnya udara dingin ataupun cair; dan bahan pendingin heterogen, misalnya campuran es dengan garam, es dengan air dingin, dan es dengan es kering (CO₂ padat).

Pendinginan ada 3 tipe

1. pendinginan ringan (*cooling*), 6 – 15°C atau dibawah suhu kamar
2. pendinginan sedang (*chilling*), 0 – 6°C, = refrigerasi)
3. Pendinginan berat (*deep chilling*), -1 – 0°C.

Proses pendinginan membutuhkan media pendingin untuk menurunkan suhu tubuh ikan, diataranya es, es ditambah garam, es ditambah es kering, air dingin, dan udara dingin, sedangkan obat pendingin yang biasa digunakan adalah Freon (*fluorinated hydrocarbons*), dan ammonia (NH₃). Freon yang biasa digunakan di Indonesia adalah Freon 12. Adapun syarat media pendingin adalah tidak meninggalkan zat racun atau zat berbahaya lainnya, mempunyai kemampuan untuk menyerap panas dari tubuh ikan, mudah dan praktis dalam penggunaannya, ekonomis.

1. Pendinginan ikan dengan es

Bentuk-bentuk es, yaitu

- a. Es balok (*block ice*), ukurannya 12-60 kg/balok.

Es balok yang digunakan sebaiknya dihancurkan terlebih dulu sebelum digunakan selama proses pendinginan ikan, hal ini bertujuan agar hancuran es bisa menurunkan tubuh ikan secara merata sampai di sela-sela tumpukan ikan, dan diharapkan ukuran hancuran es seragam sehingga tidak melukai tubuh ikan.



Gambar 7. Bentuk es balok.

- b. Es tabung (*tube ice*), ukurannya 2 x 2 x 2 cm.

Es tabung adalah bentuk dari es batu ini adalah bentuk tabung dengan di tengah ada lubang dengan diameter dan panjang tertentu. Kelebihan es batu kristal tentu saja dari segi bentuk dan kualitas yang lebih baik. Ukurannya yang seragam dan kecil-kecil, biasanya digunakan untuk minuman atau bahan yang lain untuk usaha kuliner seperti kedai minuman atau outlet penjualan minuman segar, tidak menutup kemungkinan juga untuk mendinginkan ikan.



Gambar 8. Bentuk es tabung.

- c. Es keping atau serpihan tebal (*plate ice*), ukurannya 8 – 15 mm.

Es ini berbentuk lempengan yang besat dan tebal, kemudian dipecahkan menjadi potongan-potongan kecil dengan diameter 5 cm, untuk memudahkan kontak dengan tubuh ikan.



Gambar 9. Bentuk es keping tebal.

- d. Es keping atau serpihan tipis (*flake ice*), ukurannya 5 mm, diameter 3 cm

Flake ice berbentuk lempengan-lempengan tipis, berbentuk es serpihan dari sekelompok jenis es dengan ukuran partikel tidak teratur.



Gambar 10. Bentuk es keping tipis.

Es keping (*flake ice*) termasuk jenis es yang hemat biaya digunakan untuk mendinginkan ikan segar karena

- Lebih cepat mendinginkan ikan, es serpihan memiliki luas permukaan lebih dari 17.000 kaki persegi (1.579 meter persegi) per ton es, memberikan efisiensi pendinginan yang lebih besar daripada es lainnya

- lebih rata menyelimuti ikan segar, es serpihan mempunyai area kontak yang lebih besar daripada es jenis lainnya, meleleh dengan cepat mengakibatkan perpindahan panas terjadi ketika es meleleh menjadi semakin cepat es meleleh, semakin cepat pula panas diserap tubuh ikan, akibatnya tubuh ikan semakin cepat dingin.
- Lebih merata, serpihan es mencair dengan cepat untuk menghilangkan panas dan menambah kelembapan pada campuran.
- Lebih bagus melindungi produk, bentuknya yang rata tidak akan membuat lekukan atau menyebabkan memar produk yang mudah rusak.
- Lebih ekonomis, es serpih ekonomis untuk diproduksi, hanya membutuhkan 1,3 ton pendinginan (TR) per ton es (5 kW pendinginan per metrik ton) dari 60°F (16° C) air. Tidak seperti jenis pembuatan es lainnya, es serpihan tidak memerlukan siklus pencairan es, jadi es ini menggunakan lebih sedikit energi dan membutuhkan beban pendinginan yang lebih kecil.
- Lebih bagus sanitasinya, serpihan es tidak terpapar pada kondisi sekitar atau penanganan mekanis sejak diproduksi hingga disimpan karena tidak banyak penanganan mekanis dan manusia.
- Lebih mudah distribusi dan penyimpanannya, es serpihan bersifat kering, tidak akan menyatu bersama di tempat penyimpanan membentuk kerak permukaan tipis.
- Tidak ada limbah, es serpih mendaur ulang semua air yang tidak beku kembali ke pembuat es sehingga tidak ada air yang terbuang.

e. Es halus (*slush ice*), diameter 2 mm

Es halus berbentuk butiran-butiran yang sangat halus dan tekstur lembek, bahkan seperti cairan es.

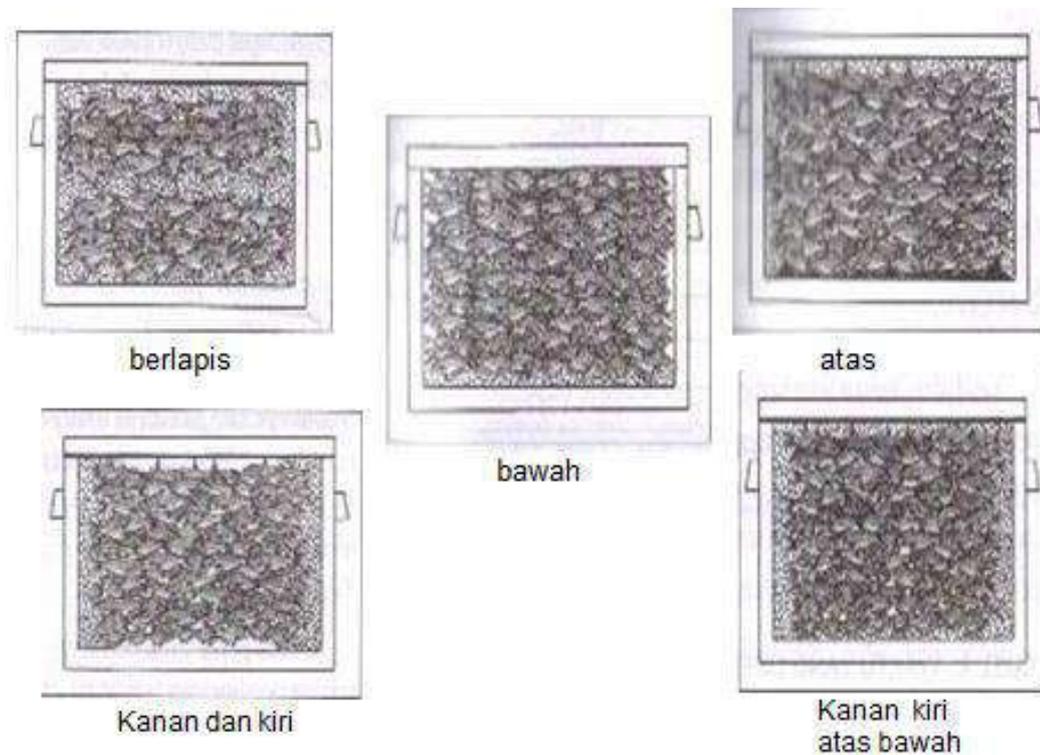


Gambar 11. Bentuk es halus

Es yang paling umum digunakan adalah es balok. Persyaratan es balok yang baik adalah syarat padat, bening, kering, antibiotik yang diperbolehkan adalah klor dan oksitetrasiklin sebesar ≤ 5 ppm), bahan lain yang boleh ditambahkan adalah natrium nitrit 0,1%. Hal lain lain terkait dengan syarat es balok yang padat, bening dan kering yaitu berpengaruh terhadap butiran-butiran es nya lebih kecil bila dihancurkan, waktu peleburannya lebih lama dan tidak mudah membentuk masa padat seperti es biasa. Adapun syarat-syarat yang harus terpenuhi dari media pending adalah: tidak meninggalkan zat racun atau zat berbahaya lainnya, mempunyai kemampuan untuk menyerap panas dari tubuh ikan, mudah dan praktis dalam penggunaannya, dan ekonomis.

Es yang di gunakan untuk pendinginan ikan harus di hancurkan terlebih dahulu menjadi bongkahan atau disebut menjadi butiran-butiran yang tidak terlalu kecil dan tidak terlalu besar. Ukuran butiran bongkahan es kira-kira 1-2 cm³. pemakaian bongkahan es yang terlalu besar dan runcing dapat mengakibatkan kerusakan fisik ikan. Sementara butiran yang terlalu kecil akan menyebabkan butiran es cepat melebur dan juga membendung aliran air ke bawah sehingga terjadi genangan air antar lapisan ikan. Oleh karena itu, pemakaian es balok yang di hancurkan akan lebih baik dari pada yang di serut karena akan di peroleh butiran es yang berbeda-beda. Disarankan tidak menghancurkan es balok di atas tumpukan ikan karena akan mengakibatkan kerusakan fisik pada ikan.

Teknik penyusunan es ke dalam wadah untuk mendinginkan dapat dilihat pada Gambar 12. Teknik penyusunan yang berlapis yang paling efektif menurunkan ikan. Teknik penyusunan es secara berlapis berarti penyusunan es dilakukan pada dasar atau di atasnya selapis ikan, dilanjutkan dengan lapisan es lagi, demikian seterusnya. Lapisan paling atas pada wadah adalah lapisan es. Berikut gambar teknik penyusunan es pada wadah.



Gambar 12. Teknik penyusunan es

Untuk menjaga agar kesegaran ikan tetap baik, perlu diperhatikan beberapa hal dalam proses pendinginan ikan menggunakan es, yaitu

1. Jumlah es yang digunakan

Jumlah es yang di gunakan harus di sesuaikan dengan jumlah ikan yang akan di tangani akan di peroleh suhu pendinginan yang optimal. Jika jumlah es terlalu sedikit dibandingkan jumlah ikannya maka suhu pendinginan yang dihasilkan tidak cukup dingin untuk mempertahankan kesegaran ikan dalam waktu yang di tentukan. Sebaiknya, bila jumlah es terlalu banyak dapat

menyebabkan ikan kerusakan fisik karena himpitan atau tekanan dari bongkahan es. Es yang di tambahkan harus dapat menurunkan suhu ikan sampai 0°C dan suhu tersebut dapat dipertahankan selama penyimpanan dalam waktu yang ditentukan. Perbandingan es dan ikan yang dipergunakan selama pendinginan bervariasi antara 1:4 sampai 1:1. Perbandingan tersebut tergantung pada waktu penyimpanan yang diperkirakan, suhu udara diluar kemasan, dan jenis wadah penyimpanan. Ketebalan lapisan ikan berpengaruh terhadap kecepatan penurunan suhu tubuh ikan. Semakin tipis lapisan ikan, kecepatan penurunan suhunya semakin cepat. Waktu yang diperlukan untuk mencapai 1,5°C dari suhu awal tubuh ikan 10°C dari berbagai perlakuan.

2. Teknik penyusunan es

Teknik penyusunan es lebih lanjut sudah dijelaskan pada subbab sebelumnya.

3. Lamanya pemberian es

Perkiraan lama pendinginan ikan dengan es harus di perhitungkan dengan cermat. Hal yang menyangkut jumlah es yang digunakan untuk mengatasi es yang mencair. Kecepatan es mecair atau melebur di pengaruhi oleh beberapa faktor yaitu: volume kotak atau wadah yang di gunakan; bahan atau material wadah; penggunaan isolasi dan jenis isolasi; suhu lingkungan di luar wadah atau kotak pendinginan.

4. Ukuran dan jenis wadah

Volume wadah yang lebih luas akan mempercepat pencairan es. Hal ini bergantung pada jumlah panas yang masuk ke dalam kotak melalui permukaannya. Semakin besar luas permukaan maka panas yang masuk ke dalam kotak semakin besar pula. Jenis material kotak pegasan yang sering sering di gunakan saat ini oleh para pelaku penanganan ikan di Indonesia

antara lain: kayu, plastik polietilen, fiberglass, dan Styrofoam. Dari berbagai macam kemasan tersebut urutan jenis kemasan yang dapat memperlambat peleburan es adalah styrofoam, kemudian di ikuti dengan plastik polietilen, fiberglass, dan kayu. Namun, dalam praktiknya kotak atau wadah untuk pendinginan ikan dengan es umumnya di buat dari kombinasi berbagai jenis material, misalnya styrofoam dengan kayu dan plastik dengan kayu. Penggunaan isolasi dalam wadah pendinginan di maksudkan untuk memperkecil jumlah panas yang masuk dari luar kemasan ke dalam kemasan sehingga es menjadi lebih lama untuk melebur. Suhu luar kemasan yang tinggi akan menyebabkan panas yang masuk kedalam kemasan juga besar sehingga peleburan es semakin cepat.

5. Kondisi ikan

Kondisi fisik ikan sebelum penanganan (sebelum di eskan) harus di perhatikan. Ikan-ikan yang kondisi fisiknya jelek, misalnya lecet-lecet, memar, sobek, atau luka pada kulit, sebaiknya dipisahkan dari ikan yang kondisi fisiknya baik. Hal ini di sebabkan darah dari ikan yang luka akan mencemari atau mengontaminasi ikan yang masih baik kondisinya.

Suhu awal ikan semakin rendah, maka jumlah es semakin sedikit; semakin halus/kecil ukuran es, maka semakin cepat pencapaian suhu 0°C ; semakin sedikit jumlah es, maka semakin lama pencapaian suhu 0°C ; semakin kecil wadahnya maka pencairan es semakin cepat; wadah yang menyerap panas lebih cepat mencairkan es. Cara kerja es mendinginkan ikan menjadi hal yang sangat penting untuk diperhatikan. Beberapa hal yang terkait harus diketahui adalah *panas laten* atau panas tersembunyi.

Panas laten yaitu panas yang digunakan untuk merubah sifat medium tersebut. Jika perubahan sifat yang terjadi adalah padat ke cair atau sebaliknya, maka panas laten tersebut

dinamakan panas laten pencairan. Adapun jika perubahan sifat tersebut dari air ke gas atau sebaliknya, maka panas laten tersebut dinamakan panas laten penguapan. Satuan panas yang umum digunakan adalah kalori atau kilokalori, yaitu jumlah panas yang dibutuhkan untuk meningkatkan suhu 1 kg air sebesar 1 °C. berdasarkan penelitian untuk mengubah 1 kg es menjadi cair dengan suhu 0 °C dibutuhkan panas sebesar 80 kKal, jadi es mempunyai panas laten sebesar 80 kKal. Panas spesifik air (kesanggupan air untuk memegang panas) artinya hanya dibutuhkan panas sebesar 1 kKal untuk menaikkan suhu 1 kg air menjadi 1 °C lebih tinggi atau akan dilepaskan panas sebesar 1 kKal untuk menurunkan temperature 1 kg air menjadi 1 °C lebih rendah. Panas spesifik es adalah 0,5 sedangkan panas spesifik ikan segar adalah 0,84.

Selama proses pendinginan menggunakan es, terjadi perpindahan panas dari tubuh ikan ke es. Suhu tubuh ikan relative lebih tinggi dan akan melepaskan energy panas yang kemudian diserap oleh es, sehingga suhu tubuh ikan akan menurun dan es kan mencair. Proses perpindahan panas akan terhenti apabila suhu tubuh ikan telah mencapai 0 °C (sama dengan suhu es). Bila es yang digunakan selama proses pendinginan masih banyak dalam wadah, maka sisa es yang belum mencair digunakan untuk mempertahankan suhu dalam wadah agar tetap 0 °C. Dengan demikian kesegaran ikan dapat dipertahankan lebih lama. Oleh karena itu, jumlah es yang digunakan harus tepat. Berikut contoh perhitungan penggunaan es hingga dapat menurunkan suhu tubuh ikan, jika berat total ikan yang akan didinginkan sebesar 50 kg dan suhu awal ikan adalah 30 °C, maka jumlah es yang dibutuhkan adalah:

Panas yang akan dilepaskan ikan

$$\begin{aligned}
 &= \text{berat ikan} \times \text{perbedaan suhu} \times \text{panas spesifik ikan} \\
 &= 50 \text{ kg} \times (30-0) \times 0,84 \\
 &= 1260 \text{ kKal}
 \end{aligned}$$

Diketahui bahwa untuk mencairkan 1 kg es dibutuhkan panas 80 kKal, sedangkan berat ikan yang akan didinginkan adalah 100 kg, maka jumlah es yang dibutuhkan adalah

$$\frac{1260}{80} = 15,75 \text{ kg}$$

Namun demikian, dalam praktek sehari-hari, jumlah es yang digunakan selalu lebih besar dari perhitungan. Hal ini karena es yang berlebih sekaligus untuk mempertahankan suhu tubuh dingin pada suhu 0 °C.

Beberapa hal lain yang perlu diperhatikan dalam pendinginan menggunakan es adalah:

- a. Keseragaman ukuran es yang digunakan. Semakin halus dan seragam es yang digunakan untuk mendinginkan maka semakin merata es mengenai permukaan tubuh ikan, sehingga waktu yang dibutuhkan untuk mencapai suhu 0 °C menjadi lebih singkat.
- b. Proses pendinginan dilakukan sebelum fase rigor mortis.
- c. Penyortian sesuai jenis, ukuran dan tingkat kesegaran ikan.
- d. Jika ikan disiangi, maka bagian perut ikan diletakkan di bagian bawah dan pemberian es dipilih teknik yg tepat.

2. Pendinginan ikan dengan es ditambah garam

Media pendinginan ini terutama digunakan oleh para pedagang pengencer ikan untuk menyimpan ikan yang tidak terjual pada penjualan hari pertama. Garam yang ditambahkan sebaiknya antara 2,5% sampai 10% saja. Fungsi penambahan garam dalam proses pendinginan adalah

- a. Menyerap panas dari tubuh ikan lebih besar
- b. Penurunan suhu dalam kotak atau wadah penanganan berlangsung lebih cepat
- c. Proses peleburan es lebih lama (garam menurunkan titik lebur es), sehingga penggunaan es lebih sedikit
- d. Menghambat pertumbuhan bakteri

3. Pendinginan ikan dengan es ditambah es kering

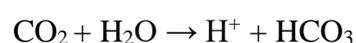
Proses pendinginan ini biasanya untuk pengangkutan udang windu atau jenis-jenis ikan bernilai ekonomis tinggi saja karena harganya relatif mahal. Es kering mempunyai kemampuan menyerap panas ikan lebih besar, sehingga suhu tubuh lebih cepat turun (rendah) karena rendahnya titik suhu sublimasi (-78,5°C). Es kering sama adalah karbondioksida (CO₂) yang dipadatkan. CO₂ merupakan gas yang dilepaskan sebagai hasil respirasi dan berbagai pembakaran hidrokarbon, berupa gas yang tidak berwarna, berasa asam, sedikit berbau dan menghasilkan gas panas bertekanan tinggi. Mekanisme pembentukan es kering adalah gas panas yang terbentuk tersebut didinginkan hingga mengembun menjadi cairan CO₂ yang bertekanan tinggi, lalu cairan itu diturunkan tekanannya menjadi 1 atm melalui alat penyemprot, sehingga terbentuk seperti salju. Selanjutnya, salju tersebut dimampatkan menjadi kristal-kristal es kering.



Gambar 13. Bentuk es kering dan pendinginan ikan menggunakan es kering

Mekanisme penghambatan mikroba selama pendinginan es ditambah es kering adalah

- a. Kombinasi gas CO₂ dengan uap air yang dikeluarkan oleh ikan menghasilkan asam karbonik yang dapat menurunkan pH (derajat keasaman). Dengan adanya penurunan pH ini maka bakteri-bakteri dalam tubuh ikan yang tidak tahan pada keadaan asam akan terhambat. Persamaan reaksinya adalah sebagai berikut:



- b. CO₂ menyerang enzim spesifik bakteri sehingga mengakibatkan kerusakan atau kematian bakteri.

Es kering tidak boleh langsung menempel pada permukaan tubuh ikan yang akan didinginkan karena suhu es kering sangat rendah (-78 °C), sehingga dapat merusak kulit dan daging ikan. Salah satu contoh penggunaan es kering pada kemasan ikan tuna untuk proses pembuatan sashimi, yaitu es kering dipisahkan dari ruang dalam wadah tempat ikan tuna, artinya tidak menempel langsung dengan ikan tuna. Jadi dimasukkan di dalam wadah yang berlubang terbuat dari styrofoam dan dikemas dalam satu wadah bersama-sama dengan ikan tuna. Mekanismenya yang pertama es kering akan menurunkan suhu dalam wadah, berikutnya akan mendinginkan ikan.

4. Pendinginan dengan air dingin

Air dingin dapat mendinginkan ikan dengan cepat karena persinggungan yang lebih baik daripada pendinginan dengan es. Akan tetapi, suhu akhir yang diperoleh tidaklah serendah dengan pendinginan dengan es. Oleh karena itu, pendinginan dengan air dingin disertai dengan penambahan es untuk proses pendinginan ikan. Pendinginan dengan air dingin sering dilakukan di pabrik-pabrik pengolahan ikan. Kelebihan pendinginan dengan air dingin dibandingkan dengan pendinginan dengan es adalah ikan dapat didinginkan dengan cepat; ikan tidak mendapat tekanan dari es di atasnya, sehingga terhindar dari kerusakan akibat tekanan; ikan menjadi bersih karena darah dan lendir hilang; penanganan dalam jumlah besar lebih mudah. Berdasarkan jenis air yang digunakan dan cara mendinginkannya, media pendingin air dingin ini dapat dibedakan menjadi 6 jenis yaitu: (1) Air tawar didinginkan dengan es (*chilled fresh water*, CFW); (2) Air laut didinginkan dengan es (*chilled sea water*, CSW); (3) Air laut didinginkan secara mekanis (*refrigerated sea water*, RSW); (4) Air tawar didinginkan secara mekanis (*refrigerated fresh water*, RFW); (5) Air garam didinginkan dengan es (*chilled brine*, CB), dan (6) Air garam didinginkan secara mekanis (*refrigerated brine*, RB).

5. Pendinginan dengan udara dingin

Penggunaan median pendingin dengan udara dingin banyak digunakan untuk pengangkutan ikan dengan mobil-mobil boks, kontainer, atau gerbong-gerbong kereta. Penggunaan media udara dingin di atas kapal hanya terbatas pada kapal-kapal ikan yang berukuran besar yang lama berlayarnya sampai berbulan-bulan. Pendinginan dengan udara dingin biasanya dikombinasikan dengan es untuk meminimalkan peleburan es karena udara dingin mempunyai kelemahan, yaitu: laju pendinginannya sangat lambat, daya serap panas oleh udara dari dalam tubuh ikan sangat sedikit, dan suhu dingin dalam ruangan tidak merata, dan ikan akan mengalami dehidrasi atau penguapan. Adapun cara penanganan ikan dengan menggunakan kombinasi udara dingin dengan es yaitu:

1. Ikan dieskan dalam wadah atau kotak sebagaimana halnya pada pengesan umumnya.
2. Wadah-wadah tersebut disusun dalam ruangan dingin.
3. Kemudian udara dingin disirkulasikan.

C. Pembekuan

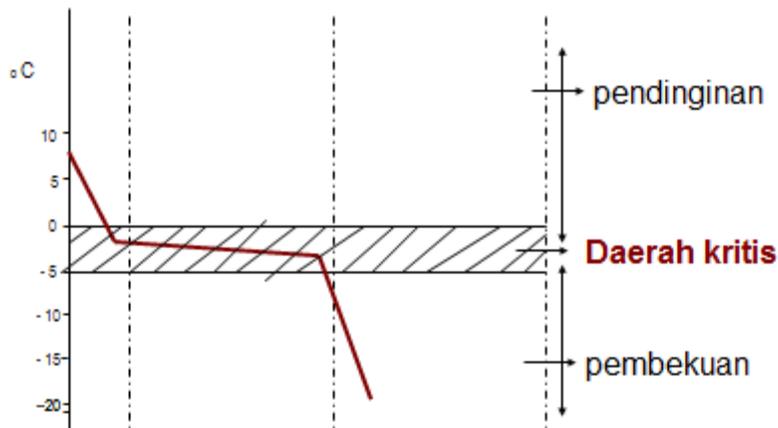
Seperti halnya proses pendinginan, proses pembekuan juga bertujuan mengawetkan sifat-sifat alami dengan cara menghambat aktivitas bakteri maupun aktivitas enzim. Meskipun sama menggunakan suhu rendah, tetapi hasil akhir ikan yang dibekukan teksturnya keras karena terbentuknya kristal-kristal es di seluruh tubuh ikan. Selama proses pembekuan berlangsung, kandungan air di dalam tubuh ikan berubah menjadi kristal es, baik air yang di dalam sel jaringan maupun ruang antar sel. Berdasarkan urutannya, proses pembekuan ikan mulai dari bagian luar menuju bagian dalam tubuh ikan. Cairan tubuh yang pertama kali membeku adalah air bebas ($\pm 67\%$), kemudian disusul dengan air terikat ($\pm 5\%$). Air terikat sangat susah membeku karena titik bekunya sangat rendah. Ikan mulai membeku pada suhu antara $-0,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ sampai $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ atau rata-rata $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$. Berbeda dengan ikan segar, ikan beku sangat getas (mudah pecah), dan oleh sebab itu ikan beku harus ditangani dengan hati-hati.

Waktu yang diperlukan untuk selama proses pembekuan bergantung pada kecepatan dan suhu pembekuan yang ingin dicapai. Suhu pembekuan dimana seluruh cairan tubuh ikan sudah membeku, disebut *eutectic point* yang berkisar antara $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$ sampai -65°C . proses pembekuan ikan dianggap selesai jika suhu tubuh ikan sudah mencapai $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$. Hal ini karena, pada suhu tersebut sebagian besar cairan di dalam tubuh ikan sudah membeku, sedangkan jika suhu pembekuan diturunkan hingga $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ tidak banyak mengubah cairan tubuh ikan yang membeku. Metoda pembekuan yang dipilih untuk setiap produk tergantung pada : mutu produk dan tingkat pembekuan yang diinginkan, tipe dan bentuk produk , pengemasan, dan lain-lain; fleksibilitas yang dibutuhkan dalam operasi pembekuan; biaya pembekuan untuk teknik alternatif.

Proses pembekuan terbagi menjadi tiga tahapan, yaitu:

1. Tahap pertama terjadi penurunan suhu wadah penyimpanan yang segera diikuti dengan penurunan suhu tubuh ikan. Meskipun suhu tubuh ikan turun, proses pembekuan baru akan terjadi setelah suhu tubuh ikan mencapai 0°C ditandai dengan terbentuknya kristal-kristal es. Pada fase ini pembentukan kristal es berlangsung cepat dan dimulai dari bagian luar menuju ke dalam.
2. Fase kedua ini terjadi penurunan suhu lebih lanjut akan meningkatkan pembekuan pada cairan tubuh ikan. Proses pembekuan segera berhenti apabila suhu tubuh ikan mencapai $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$. kisaran suhu ini disebut daerah kritis (*critical zone*) karena sebagian besar cairan tubuh ikan akan mengalami pembekuan. Sementara itu, waktu yang dibutuhkan untuk mengubah suhu tubuh ikan dari $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ sampai $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ disebut waktu pembekuan (*thermal arrest time*), yaitu waktu yang dibutuhkan untuk melewati daerah kritis atau laju pembekuan ialah pengukuran waktu yang dibutuhkan menurunkan suhu dari titik yang paling lambat membeku pada produk, untuk 0°C menjadi -5°C .

3. Fase ketiga ini proses pembekuan berlangsung lambat, karena $\frac{3}{4}$ bagian kandungan air sudah membeku, meskipun suhu diturunkan hingga mencapai $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ tapi tidak banyak mengubah cairan tubuh ikan yang membeku



Gambar 14. Tahap pembekuan

Proses pembekuan dapat menghambat aktivitas bakteri dan enzim, sehingga daya awet ikan lebih besar dibandingkan dengan ikan yang diawetkan melalui proses pendinginan. Pada suhu $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$, kegiatan bakteri sudah dapat dihentikan, tetapi proses enzimatik masih terus berlangsung. Oleh karena itu, beberapa hal yang menyebabkan pembekuan dapat mematikan bakteri adalah:

1. Sebagian besar air di dalam tubuh ikan, baik air bebas maupun air terikat sudah berubah menjadi es, sehingga bakteri kesulitan menyerap makanan.
2. Cairan di dalam sel ikut membeku dan volumenya bertambah sehingga dinding sel pecah dan mengakibatkan kematian bakteri.
3. Suhu yang sangat rendah menyebabkan bakteri yang tidak tahan dengan suhu rendah akan mati.

Kecepatan pembekuan

Sebelum kristal es terbentuk, inti kristal es harus sudah terbentuk. Kecepatan pertumbuhan kristal dikendalikan oleh kecepatan pindah panas. Kecepatan pindah massa

(molekul air berpindah pada inti kristal dan solut berpindah dari kristal es) tidak memengaruhi kecepatan pertumbuhan kristal. Kecepatan pembekuan adalah kecepatan penetrasi ice front ke dalam tubuh ikan. Semakin cepat ice front bergerak secara merata ke seluruh bagian tubuh ikan, maka semakin besar pula kecepatan pembekuan.

Berdasarkan waktu yang dibutuhkan untuk meloinatsi daerah kritis (*critical zone*), proses pembekuan ikan dapat dibagi menjadi dua, yaitu:

- a. Pembekuan cepat (*quick freezing*), yaitu proses pembekuan dengan *thermal arrest time* kurang dari dua jam. Oleh karena itu, lebih cepat menekan akitvitas pembusukan, lebih ekonomis karena waktu lebih cepat, kristal es yang terbentuk lebih halus dan seragam, lebih cepat penetrasi *ice front* ke tubuh ikan, *drip loss* rendah pada saat *thawing* sehingga kualitas ikan masih bagus.
- b. Pembekuan lambat (*slow freezing*), yaitu proses pembekuan dengan *thermal arrest time* lebih dari dua jam. Pada pembekuan lambat berakibat kebalikannya pada pembekuan cepat. Pembekuan lambat menghasilkan kristal es yang besar dan tidak seragam yang dapat merusak dinding sel, sehingga terkstur daging ikan setelah dithawing/dicairkan menjadi kurang bagus. Hal ini berakibat terbentuk banyak rongga dalam daging, akibatnya *drip loss* nya tinggi. Oleh karena itu, pengawetan dan pengolahan ikan dengan pembekuan lambat dalam industri tidak pernah dilakukan.

Waktu pembekuan

Waktu pembekuan adalah waktu yang diperlukan untuk menurunkan suhu produk dari awal hingga mencapai suhu tertentu pada bagian tengah produk. Pada umumnya, tata cara pembekuan menetapkan bahwa rata-rata atau keseimbangan suhu ikan setara dengan suhu penyimpanan di dalam cold storage. Oleh karena itu, suhu final bagian tengah ikan harus

dipilih sebagai acuan dalam menetapkan agar rata-rata suhu ikan sama dengan suhu penyimpanan.

Faktor-faktor waktu pembekuan adalah:

- a. Jenis freezer, pemilihan harus tepat karena sangat mempengaruhi waktu pembekuan
- b. Suhu, semakin rendah suhu freezer semakin cepat ikan membeku. Freezer dirancang bekerja pada suhu beberapa derajat di bawah suhu cold storage.
- c. Kecepatan udara di dalam air blast freezer, waktu pembekuan akan berkurang jika kecepatan udara ditingkatkan.
- d. Suhu ikan sebelum pembekuan, semakin rendah suhu produk maka semakin cepat proses pembekuan berlangsung.
- e. Tebal ikan, semakin tebal ikan maka proses pembekuan berlangsung semakin lambat.
- f. Bentuk ikan
- g. Luas permukaan persinggungan dan kepadatan ikan, di dalam *plate freezer* persinggungan yang tidak bagus antara ikan dengan *plate freezer* akan meningkatkan kecepatan pembekuan.
- h. Pengepakan ikan. Udara yang terperangkap di antara ikan beku dan kemasan menjadi penghambat pemindahan panas yang lebih besar dari bahan kemasan.
- i. Jenis ikan. Semakin tinggi kandungan lemaknya, maka semakin rendah kandungan airnya, sehingga semakin sedikit air yang dikeluarkan dari ikan untuk membentuk kristal es selama proses pembekuan.

Glazing

Pemberian selimut es (glaze) pada ikan beku adalah rangkaian proses pembekuan sebelum pengepakan ikan beku. Tujuan glazing adalah mengurangi dehidrasi dan oksidasi,

karena lapisan es yang terbentuk melindungi kontak dengan udara. Cara *glazing* ikan beku yaitu dengan menyemprotkan, manyapukan atau dengan mencelupkan ke dalam air es (suhu <-1 °C, ketebalan lapisan es 3-5%). Lapisan es akan menyublim di dalam cold storage. *Glazing* yang tepat adalah tidak tebal dan rata melapisi seluruh permukaan ikan beku, tidak mudah lepas serta tidak retak-retak. Sebaiknya dihindari *glazing* pada ikan dengan suhu -30 °C atau lebih rendah karena akan menghasilkan lapisan es yang retak-retak dan mudah lepas.

Pengemasan ikan beku

Pengemasan perlu dilakukan tidak hanya untuk melindungi ikan, tetapi juga meningkatkan nilai estetikanya, sehingga meningkatkan daya tarik konsumen, dan daya jual. Beberapa hal yang harus diperhatikan, yaitu:

- Kemasan harus kedap udara untuk menghindari oksidasi.
- Kemasan harus bisa menahan uap sehingga mencegah penguapan.
- Kemasan yang dipakai dapat berupa karton berlapis lilin atau berlapis plastik.

Thawing

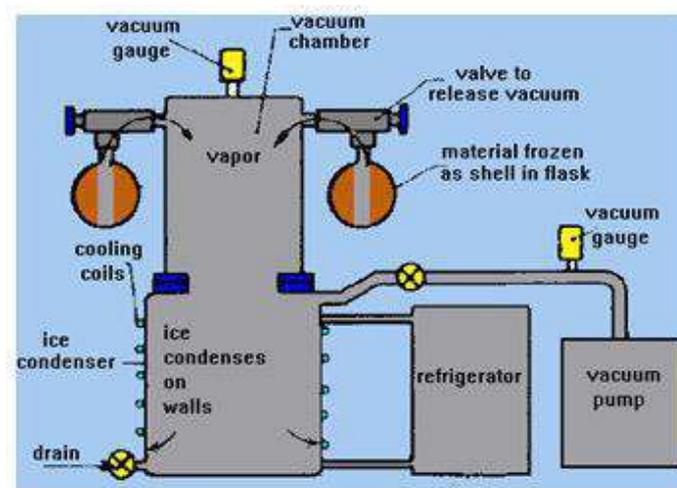
Thawing adalah pencairan ikan beku sebelum diperdagangkan atau diolah lebih lanjut. Selama *thawing* enzim lisosomal (enzim katepsin, nuklease, dan glikosidase) akan mendegradasi makromolekul menjadi senyawa sederhana sehingga memberikan peluang peningkatan pertumbuhan bakteri. Oleh karena itu, yang harus dihindari selama *thawing* yaitu drip loss yang berlebihan, peningkatan pertumbuhan mikroba (bakteri), dehidrasi dan perubahan panas yg terlalu tinggi. Cara thawing yang biasa dilakukan adalah perendaman dalam air yang mengalir, menggunakan air hangat, *microwave*, di lemari pendingin. Dari keempat cara tersebut yang paling cepat mencairkan ikan beku adalah menggunakan *microwave*.

D. Kering beku (*freeze drying*)

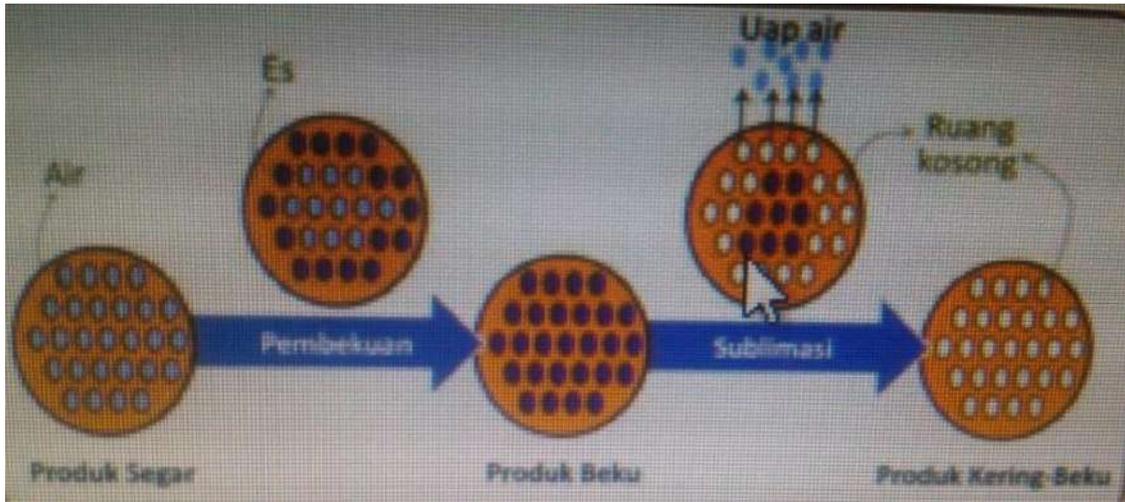
Pengeringan beku adalah proses liofilisasi atau proses pengeringan material dengan menyublimasi air dari sampel beku, sampel dibekukan secara vakum sehingga air akan tersublimasi tanpa meleleh. suhu yang digunakan dalam kering beku sekitar 10 °F atau (-12,2 °C), sehingga produk akan terhindar dari kerusakan kimiawi dan mikrobiologis. Produk kering beku mempunyai kualitas yang tinggi karena citarasanya tetap, daya rehidrasinya baik dan nilai gizinya tetap. Akan tetapi, proses kering beku membutuhkan biaya yang mahal.

Adapun tahapan-tahapan yang terjadi pada alat freeze drying adalah:

- Pembekuan** : Produk yang akan dikeringkan, sebelumnya dibekukan dulu.
- Vacuum** : Setelah beku, produk iniditempatkan di bawah vakum. Hal ini memungkinkan pelarut beku dalam produk untuk menguapkan tanpa melalui fase cair, proses yang dikenal sebagai sublimasi.
- Panas** : panas diterapkan pada produk beku untuk mempercepat sublimasi.
- Kondensasi** : kondensor dengan suhu rendah akan menghapus pelarut yang menguap di ruang vakum dengan mengubahnya kembali ke padat

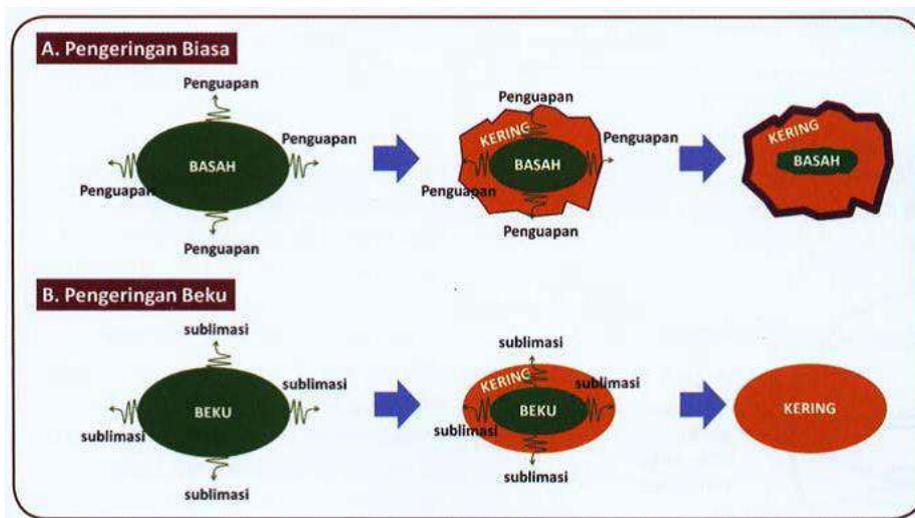


Gambar 15. Skematik alat *freeze drying*



Gambar 16. Skema ilustratif mekanisme terjadinya pengeringan beku.

Proses pengeringan pada kering beku tidak sama dengan pengeringan biasa. Pengeringan pada proses kering beku melalui mekanisme sublimasi yang terjadi pada suhu dingin, sehingga proses gelatinisasi, karamelisasi dan denaturasi tidak terjadi. Ikan atau produk lain yang telah dikering bekukan dapat dihidrasi kembali (rehidrasi) dengan cara dimasukkan ke dalam air dingin dan diaduk dengan cepat. Kemudian produk ditiriskan dan ditunggu hingga mencapai kondisi normal atau optimal. Mekanisme proses pengeringannya dapat dilihat pada Gambar 17, sedangkan perbedaan antara pengeringan biasa dan pengeringan beku dapat dilihat pada Tabel 4.



Gambar 17. Perbedaan mekanisme proses pengeringan biasa (A) dan pengeringan beku

Tabel 4. Perbedaan antara pengeringan biasa dan pengeringan beku

Kriteria	Pengeringan Biasa	Pengeringan Beku
Suhu Pengeringan	37-93°C (tergantung tekanan dan aliran udara)	Dibawah titik beku
Mekanisme pengeringan	Penguapan (evaporasi)	Sublimasi
Laju pengeringan	Lambat dan tidak komplit	Cepat, dan lebih komplit
Tekanan	Umumnya pada tekanan atmosfer	Tekanan vakum
Mutu Produk	Sering menghasilkan permukaan yang keriput, kurang porus, densitas tinggi, kurang mudah dibasahkan (disegarkan) kembali, warna kegelapan, mutu flavor, nilai gizi berkurang (Lihat Gambar 3A)	Tidak menyebabkan permukaan yang keriput, lebih porus, densitas lebih rendah, mudah disegarkan kembali, warna normal, mutu flavor dan nilai gizi lebih dapat dipertahankan (lihat Gambar 3B)
Biaya	Lebih murah	Lebih mahal
Kegunaan umum	Untuk pengeringan umum, cocok untuk sayur-sayuran dan biji-bijian, kurang/tidak cocok untuk daging dan produk daging	Untuk produk dengan nilai ekonomi cukup tinggi, mikroenkapsulasi, produk instan, cocok untuk daging dan produk daging

Pengemasan produk kering beku

Faktor penting untuk bisa mempertahankan kualitas “premium” dari ikan atau produk kering beku adalah pengemasan. Produk ikan beku mempunyai sifat sangat higroskopis (mudah menyerap air). Oleh karena itu, dibutuhkan pengemasan dan pemilihan bahan pengemas yang tepat, yaitu pengemasan vakum. Proses pengemasan segera dilakukan setelah proses pengeringan beku berakhir.

Karakteristik produk dikering beku atau ikan yang dikering beku

Ikan atau produk yang dikering bekukan bukan produk beku tapi produk kering. Karakteristik umum, yaitu: produk kering beku merupakan produk yang sangat ringan, bisa disimpan tanpa memerlukan refrigerasi, merupakan produk yang stabil, tidak rentan

ditumbuhi kapang dan khamir serta bakteri, produknya kering dan porus, sehingga memudahkan untuk rehidrasi ataupun dilarutkan kembali dan memudahkan cara penyajian, ikan atau produk yang dikering bekukan tetap bisa dipertahankan warna, bentuk, tekstur dan flavor karena pengeringan berlangsung pada suhu dingin.

Ringkasan

Pengawetan dan pengolahan menggunakan suhu rendah bertujuan memperlambat aktivitas metabolisme dan menghambat pertumbuhan mikroba, karena proses perpindahan panas dari tubuh ikan ke bahan lain. Pengawetan yang menggunakan suhu rendah yaitu pendinginan, pembekuan dan pengeringan beku. Pembekuan ikan ditandai dengan terbentuknya kristal es di bagian tubuh ikan. Pengeringan beku meskipun dilakukan pada suhu beku tetapi menghasilkan ikan atau produk yang kering bukan dalam keadaan beku, berbeda dengan proses pembekuan.

Pertanyaan

1. Jelaskan perbedaan antara pendinginan, pembekuan dan pengeringan beku
2. Sebutkan tipe pembekuan ikan !
3. Jelaskan yang disebut dengan thawing dan glazing pada prosuk ikan yang dibekukan !
4. Jelaskan perbedaan antara pengeringan biasa dengan pengeringan beku !
5. Bagaimanakah bentuk hasil akhir pengawetan dan pengolahan menggunakan metode kering beku ?
6. Sebutkan bentuk-bentuk es !

Daftar pustaka

- Adawyah, R. 2011. Pengolahan dan Pengawetan Ikan. Bumi Aksara. Jakarta. 160 hlm.
- Afrianto, E dan Liviawaty, E. 1989. Pengawetan dan Pengolahan Ikan. Kanisius.125 hlm.
- Effendi, S. 2012. Teknologi Pengolahan dan Pengawetan Pangan. Afabeta. Bandung. 202 hlm.

Hadiwiyoto, S. 1993. Teknologi Pengolahan Hasil Perikanan. Jilid I. Liberty. Yogyakarta. 275 hlm.

Hall, G.M. 1997. Fish Processing Technology. Blackie Academic & Professional. New York. Pp 292.

Muchtadi, T.R. dan Sugiyono. 2013. Prinsip dan Proses Teknologi Pangan. Alfabeta. Bandung. 320 hlm.

Bahan internet

BAB IV. IRRADIASI

1. Pendahuluan

Pengawetan dan pengolahan menggunakan irradiasi belum umum dilakukan karena dianggap masih mahal. Irradiasi berbeda dengan dengan radiasi, irradiasi adalah penggunaan energi untuk penyinaran bahan makanan menggunakan radiasi buatan, sedangkan radiasi adalah semua jenis energi yang dipancarkan tanpa media. Irradiasi merupakan salah satu jenis pengolahan bahan pangan yang menggunakan gelombang elektromagnetik, dengan ionisasi yang mengakibatkan perubahan kimia dan berpengaruh pada proses metabolisme dasar pada jaringan. Pengawetan dan pengolahan menggunakan irradiasi juga dilakukan pada bahan pangan berupa ikan. Sementara itu, hal yang penting diperhatikan pada penggunaan irradiasi yaitu prinsip pengawetan dan pengolahan irradiasi, dosis, teknik dan peralatan, persyaratan kesehatan dan keselamatan serta pengaruh irradiasi terhadap pangan. Materi irradiasi ini perlu disampaikan untuk mahasiswa sebagai tambahan wawasan mereka. Adapun capaian pembelajaran dalam bab ini adalah mahasiswa dapat memahami dan menjelaskan tentang pengawetan dan pengolahan ikan menggunakan irradiasi. Materi pada bab ini mencakup, tentang prinsip irradiasi, dosis, teknik dan peralatan, persyaratan kesehatan dan keselamatan serta pengaruh irradiasi terhadap ikan.

2. Prinsip pengawetan dan pengolahan menggunakan irradiasi

Irradiasi memberikan manfaat yang luas baik bagi industri pangan maupun konsumen diantaranya: gelombang energi yang dilepas selama proses irradiasi dapat mencegah pembelahan mikroorganisme penyebab pembusukan pangan seperti bakteri dan jamur melalui perubahan struktur molekul, mengurangi mikrobia patogen. Irradiasi bertujuan mengurangi kehilangan akibat kerusakan dan pembusukan, serta membunuh mikroba dan organisme lain

yang terbawa makanan. Penggunaan radioaktif pada makanan bertujuan membunuh mikroba perusak. Sebuah sinar tunggal dari energi radiasi dapat membunuh jutaan mikroba, bukan saja yang terdapat dipermukaan bahan, tetapi di dalamnya juga. Selain mikroba, serangga dalam bentuk telur, pupa ,aupun dewasa juga dapat dimusnahkan. Semua radiasi ionisasi (alfa, beta dan gamma) mempunyai pengaruh yang sama terhadap makanan, tetapi berbeda di dalam daya penetrasi (daya tembusnya). Di antara sinar alfa, beta dan gamma, maka sinar gamma mempunyai daya tembus yang paling besar. Oleh karena itu, sinar gamma paling banyak digunakan di dalam pengolahan makanan. Penggunaan energi untuk penyinaran bahan pangan dengan menggunakan sumber radiasi buatan seperti halnya dalam penggunaan sinar gamma disebut irradiasi, sedangkan radiasi adalah istilah umum yang biasa digunakan untuk semua jenis energi yang dipancarkan tanpa media.



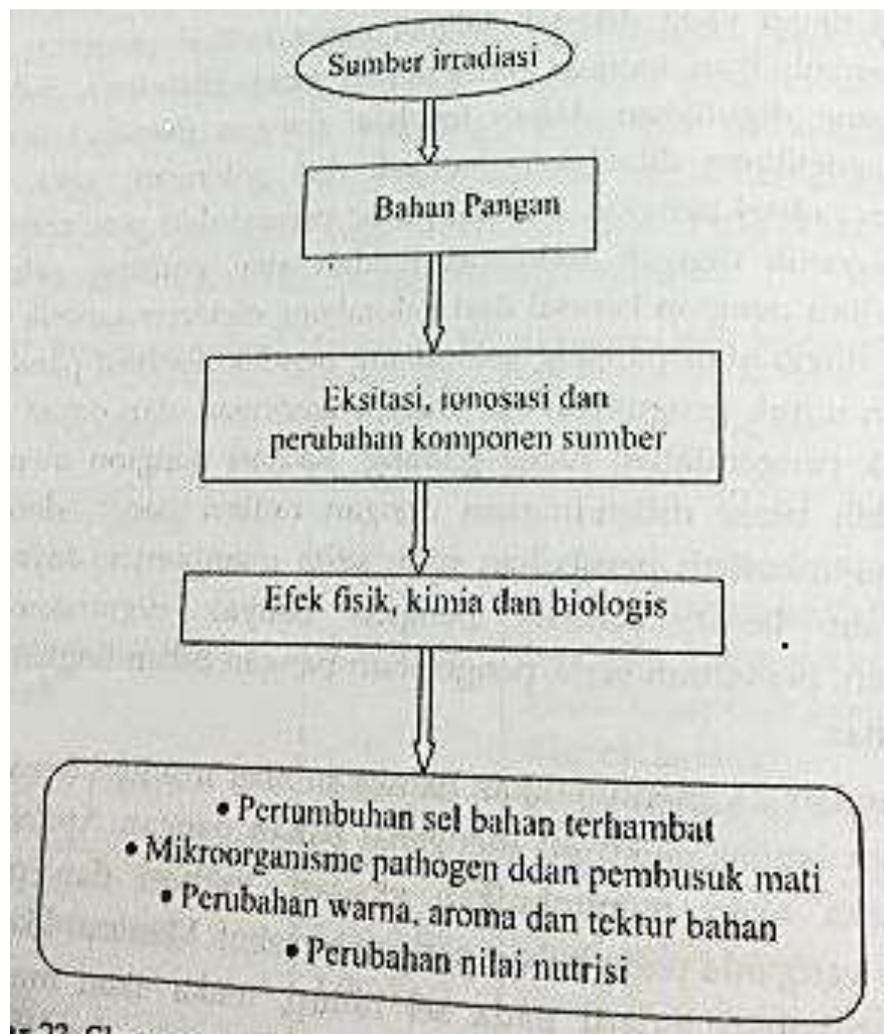
Gambar 18. Irradiator

Berdasarkan spektrum elektromagnetiknya, radiasi dibedakan atas:

1. Radiasi panas (heating radiation), yakni radiasi yang menggunakan frekuensi rendah dan gelombang panjang, misalnya: sinar infra merah dan sinar UV. Radiasi panas

dapat digunakan untuk penguapan air, atau pengeringan dan dapat digunakan untuk pengendalian hama gudang.

2. Radiasi pengion (ionizing radiation), yakni radiasi yang menggunakan frekuensi tinggi dan gelombang panjang, misalnya: sinar alpha, beta dan gamma. Radiasi pengion mempunyai energi lebih besar dibandingkan dengan radiasi panas dan sangat sedikit menimbulkan perubahan suhu serta mempunyai daya tembus yang relative besar. Radiasi pengion banyak digunakan untuk pengawetan, penelitian serta pengolahan pangan.



Gambar 19. Skema proses pengolahan bahan pangan dengan iradiasi

Gambar di atas menunjukkan proses irradiasi mengenai bahan pangan akan menimbulkan eksitasi, ionisasi dan perubahan komponen yang ada pada bahan pangan tersebut. Apabila terjadi perubahan pada sel hidup, maka akan menghambat sintesis DNA yang menyebabkan proses terganggu dan terjadi efek biologis. Efek inilah yang digunakan sebagai dasar untuk menghambat pertumbuhan mikroorganisme pada bahan pangan.

Irradiasi dapat digunakan sebagai proses untuk mengawetkan ikan atau produk lain karena perpindahan energi dapat merusak DNA pada sel hidup, sehingga dapat bersifat lethal pada organisme yang ditembusnya. Contoh penggunaan irradiasi untuk mematikan serangga, digunakan pada ikan kering. Dosis yang digunakan berbeda menurut jenis serangga dan tingkat dalam kehidupannya. Umumnya serangga pada tingkat perkembangan yang lebih tua lebih peka. Sementara itu, contoh radiasi untuk mematikan parasit, digunakan pada produk hasil pengasapan dan pengeringan. Radiasi ini dapat mematikan jamur, bakteri pembusuk atau penyebab penyakit. Selain dapat merusak DNA sel hidup, irradiasi dapat menghambat dan merusak enzim. Jadi irradiasi dapat bertindak seperti pemanasan, pendinginan, pengeringan dan proses pengawetan lainnya. Di samping itu, radiasi dapat juga membunuh parasite dan kuman pembusuk serta pathogen, sehingga dapat bertindak seperti sterilisasi atau pasteurisasi.

Pengaruh irradiasi terhadap bahan pangan dapat dibedakan menjadi dua yaitu pengaruh langsung dan tidak langsung.

- a. Pengaruh langsung: irradiasi dapat merusak sel-sel jaringan, seperti sinar gamma atau beta pada bagian pigmen tertentu akan menyebabkan perubahan warna, pada molekul protein akan menyebabkan perubahan tekstur, dengan vitamin akan menyebabkan rusaknya vitamin terutama vitamin B₁.
- b. Pengaruh tidak langsung: bila terjadi benturan sinar gamma dengan sel atau molkel tertentu akan menghasilkan pasangan-pasangan ion radikal bebas. Benturan dengan air

akan menyebabkan molkel air pecah menjadi radikal hydrogen (*H) dan radikal hidroksil (*OH) yang bersifat sangat reaktif. Radikal-radikal ini dapat beraksi satu sama lain dengan oksigen, molekul-molekul organic, anorganik atau ion-ion yang terlarut di dalam air.

3. Dosis irradiasi yang digunakan

Menurut Hermana (1991) dosis radiasi adalah jumlah energi radiasi yang diserap ke dalam bahan pangan dan merupakan faktor kritis pada iradiasi pangan. Seringkali untuk setiap jenis pangan diperlukan dosis khusus untuk memperoleh hasil yang diinginkan. Kalau jumlah radiasi yang digunakan kurang dari dosis yang diperlukan, efek yang diinginkan tidak akan tercapai. Sebaliknya jika dosis berlebihan, pangan mungkin akan rusak sehingga tidak dapat diterima konsumen. Satuan irradiasi yang digunakan adalah rontgen, electron volt, rontgen equivalent physical (rep). dan satuan/unit rad. Rad merupakan ukuran dari jumlah yang diserap energi per gram bahan yang menerima radiasi pengion, dimana 1 rad ekivalen dengan 100 erg energy yang diserap per gram bahan yang menerima radiasi pengion. Penentuan dosis yang digunakan bergantung pada jenis mikroba, derajat keasaman dan tingkat kerusakan mikroba.

1. Jenis mikroba

Bentuk vegetatif mikroba pathogen seperti *Salmonella* dan *Clostridium* bersifat peka terhadap radiaktif dan dapat dibunuh hanya dengan pasteurisasi saja. Dosis yang digunakan untuk pasteurisasi $\pm 1,5$ Mrad. Bakteri yang membentuk spora terutama *Clostridium botulinum* adalah bakteri yang paling tahan terhadap radiasi, sehinggadosis sterilisasi yang digunakan mencapai 4,8 Mrad. Ikan atau produk lain yang diirradiasi jika didinginkan atau disimpan pada suhu rendah meskipun mengandung spora dari *Clostridium botulinum* tipe A dan B tidak mengkhawatirkan karena tidak menghasilkan racun pada suhu rendah. Akan tetapi, *Clostridium*

botulinum tipe E dapat menghasilkan racun pada penyimpanan suhu rendah ($\pm 3,8$ °C), khamir dan cendawan dapat dibunuh menggunakan dosis 500.000 rad. Cendawan yang paling tahan terhadap panas dapat dibunuh dengan menggunakan dosis 150.000 rad.

2. Keasaman (pH)

pH dapat mempengaruhi efektifitas dosis untuk sterilisasi. Pada makanan dengan pH di atas 4,5 membutuhkan dosis 4,8 juta rad (4,8 Mrad), sedangkan makanan dengan pH di bawah 4,5 hanya membutuhkan 2,4 Mrad jika disterilisasi. Jadi semakin rendah pH nya maka semakin kecil dosis yang digunakan.

3. Tingkat irradiasi

Penentuan dosis yang digunakan di dalam irradiasi berhubungan dengan keselamatan atau keamanan konsumen. Pemberian irradiasi dengan dosis rendah sekitar 100.000 rad atau kurang dapat mencegah terjadinya tunas pada ubi-umbian. Membunuh serangga pada tepung, dan memperlambat proses kematangan buah. Penggunaan dosis antara 100.000 - 1.000.000 rad dapat membunuh hampir semua mikroba tetapi belum steril. Dosis tersebut sering disebut radiation pasteurization yang dapat memperpanjang masa simpan yang lebih lama pada suhu dingin.

Cara pengawetan pangan dengan irradiasi harus memenuhi syarat. Berikut daftar makanan hasil laut yang dirradiasi dalam keadaan segar dalam kantong plastik pada berbagai dosis penyimpanan dan penyimpanan pada suhu refrigerator. Berdasarkan Tabel 5, diketahui bahwa pada dosis 300 Krad dan 400 Krad dapat diharapkan memenuhi harapan dalam pengawetan ikan segar, sedangkan pengawetan udang dipakai dosis 250 Krad.

Tabel 5. Daftar makanan hasil laut yang dirradiasi

Macam hasil laut	Dosis (K rad)	Suhu penyimpanan (°C)	
Ikan tongkol (<i>Euthynus sp</i>)	0	0 – 3	
	150	0 – 3	
	300	0 – 3	
	450	0 – 3	
Ikan tenggiri (<i>Scomberomorus sp</i>)	0	0 – 3	
	150	0 – 3	13
	300	0 – 3	21
	450	0 – 3	22
Ikan kepala ceper (<i>Platycephalidae</i>)	0	0	9
	150	0	26
	300	0	29
Ikan merah (<i>Trachichthodes affinis</i>)	0	0	7
	150	0	30
	300	0	40
Udang (<i>Penesus</i>)	0	0 – 3	9
	150	0 – 3	14
	200	0 – 3	23
	250	0 – 3	23

Berikut adalah logo makanan dengan pengawetan irradiasi

Labeling



- FDA
 - Information for consumer
- *Radura* symbol
 - Petal = Helai mahkota bunga
 - Center circle
 - Stripped outer circle
- Claiming “**treated by irradiation**” or “**treated with radiation**”



Gambar 20. Logo produk irradiasi

LOGO RADURA (Radiation Duration)



- Logo internasional yang menunjukkan bahwa produk makanan tersebut telah diiradiasi.
- Pertama kali diperkenalkan di Belanda oleh perintis Food Irradiation, Dr. Robert W. Ulmann.
- Interpretasi simbol : gambar tanaman di tengah (lingkaran dan dua daun) menunjukkan *agricultural product* dalam kemasan yang tertutup (lingkaran) yang diiradiasi dari atas melewati kemasan dengan penetrasi sinar gamma (lingkaran putus-putus dibagian atas).

Ringkasan

Semua radiasi ionisasi (alfa, beta dan gamma) mempunyai pengaruh yang sama terhadap makanan, tetapi berbeda di dalam daya penetrasi (daya tembusnya). Di antara sinar alfa, beta dan gamma, maka sinar gamma mempunyai daya tembus yang paling besar. Oleh karena itu, sinar gamma paling banyak digunakan di dalam pengolahan makanan. Satuan iradiasi yang digunakan adalah rontgen, electron volt, rontgen equivalent physical (rep). dan satuan/unit rad. Rad merupakan ukuran dari jumlah yang diserap energi per gram bahan yang menerima radiasi pengion, dimana 1 rad ekuivalen dengan 100 erg energy yang diserap per gram bahan yang menerima radiasi pengion

Pertanyaan

1. Apa yang dimaksud dengan irradiasi ?
2. Sebutkan contoh nama sinar radiasi yang digunakan untuk irradiasi makanan !
3. Apa yang dimaksud dengan radiation pasteurization !
4. Bagaimana pengaruh pH ikan atau produk terhadap dosis irradiasi ?

5. Apa satuan irradiasi ?
6. Sebutkan contoh produk olahan ikan yang menggunakan irradiasi untuk pengawetanya!
7. Jelaskan arti logo irradiasi

Daftar Pustaka

- Adawyah, R. 2011. Pengolahan dan Pengawetan Ikan. Bumi Aksara. Jakarta. 160 hlm.
- Belitz, H.D. and Grosch, W. 1998. Food Chemistry. Springer. 601 hlm.
- Effendi, S. 2012. Teknologi Pengolahan dan Pengawetan Pangan. Alfabeta. Bandung. 202 hlm.
- Hadiwiyoto, S. 1993. Teknologi Pengolahan Hasil Perikanan. Jilid I. Liberty. Yogyakarta. 275 hlm.
- Hall, G.M. 1997. Fish Processing Technology. Blackie Academic & Professional. New York. Pp 292.
- Hermana. 1991. Iradiasi Pangan. Cara Mengawetkan dan Meningkatkan Keamanan Pangan. Penerbit ITB. Bandung. 87 hlm.
- Junianto. 2003. Teknik Penanganan Ikan. Penebar Swadaya. 119 hlm.
- Love, R. M. 1998. The Food Fishes. Their Intrinsic Variation and Practical Implication. Farrand Press London. 275 hlm.
- Muchtadi, T.R. dan Sugiyono. 2013. Prinsip dan Proses Teknologi Pangan. Alfabeta. Bandung. 320 hlm.

BAB V. PENGOLAHAN DAN PENGAWETAN DENGAN SUHU TINGGI

A. Pendahuluan

Pengawetan suhu tinggi yang dimaksud adalah proses-proses komersial dengan penggunaan panas terkontrol dengan baik, bukan mempelajari tentang menggoreng, memasak, ataupun membakar. Meskipun karena proses panas yang ditimbulkan juga akan mematikan sebagian mikroorganisme dan menonaktifkan enzim-enzim, serta dapat membuat makanan menjadi lebih aman karena toksin-toksin tertentu rusak oleh pengaruh panas. Oleh karena itu, pada bab ini menerangkan tentang pengawetan dan pengolahan menggunakan suhu tinggi dengan materi yang disampaikan meliputi pengeringan, pemindangan, pengasapan dan penggalangan. Sementara itu capaian pembelajaran pada bab ini adalah mahasiswa mampu memahami dan menjelaskan tentang prinsip pengawetan dan pengolahan menggunakan suhu tinggi, mahasiswa mampu memahami dan menjelaskan tentang cara pengolahan ikan sekaligus mempraktikannya dalam kegiatan praktikum.

Tujuan pengawetan dan pengolahan pangan yaitu untuk mengurangi populasi mikroorganisme atau membunuh mikroorganisme. Selama proses thermal terjadi juga secara simultan kerusakan zat nutrisi seperti vitamin serta faktor-faktor yang mempengaruhi mutu bahan pangan seperti warna, rektur dan cita rasa. Oleh karena itu, perlu diperhatikan pengawetan dan pengolahan dengan suhu tinggi yang tepat.

B. Pengeringan Ikan

Pengeringan adalah suatu peristiwa perpindahan massa dan energi yang terjadi dalam pemisahan cairan atau kelembaban dari suatu bahan sampai batas kandungan air yang ditentukan dengan menggunakan gas sebagai fluida sumber panas dan penerima uap cairan. Prinsip pengeringan adalah cara untuk mengeluarkan atau menghilangkan sebagian air dari

bahan dengan menguapkan sebagian besar air yang dikandung melalui penggunaan energi panas. Kandungan air bahan dikurangi sampai batas tertentu hingga mikroorganisme tidak dapat tumbuh dan kegiatan enzim yang dapat menyebabkan pembusukan terhambat atau bahkan terhenti sama sekali. Pada proses pengeringan terjadi penguapan air ke udara karena perbedaan uap air udara dengan bahan yang dikeringkan. Jika kandungan uap air udara lebih sedikit atau udara mempunyai kelembaban nisbi yang rendah maka akan terjadi penguapan. Dengan demikian, bahan yang dikeringkan mempunyai waktu simpan lebih lama.

Jumlah kandungan air pada bahan pangan akan mempengaruhi daya tahan bahan tersebut terhadap serangan mikroba, dan dinyatakan sebagai *water activity* (A_w). *Water activity* adalah jumlah air bebas bahan yang dapat dipergunakan oleh mikroba untuk pertumbuhannya. Untuk memperpanjang daya awet suatu bahan maka sebagian air pada bahan dihilangkan sehingga mencapai kadar air tertentu. Mikroba hanya tumbuh pada kisaran A_w tertentu. Untuk mencegah pertumbuhan mikroba, maka A_w bahan harus diatur. Bahan pangan yang mempunyai A_w di bawah 0,70 biasanya sudah dianggap cukup baik dan tahan dalam penyimpanan. Pengeringan dapat mengakibatkan terjadinya oksidasi dan ketengikan, menurunkan kualitas nutritional protein, serta mengakibatkan kerusakan beberapa vitamin. Oleh karena itu, pengeringan ikan harus di bawah suhu 70 °C. Proses pengeringan pada ikan biasanya disertai dengan proses penggaraman. Penggaraman bertujuan mengurangi kadar air melalui proses osmosis.

Proses pengeringan ikan bisa dilakukan secara tradisional dan modern. Beberapa cara pengeringan yaitu

1. Pengeringan dengan matahari

Pengeringan ikan dilakukan dengan cara penjemuran yang memanfaatkan sinar matahari. Pengeringan ini mempunyai laju yang lambat dan memerlukan perhatian lebih. Bahan harus dilindungi dari serangan serangga dan ditutupi pada malam hari.

Selain itu pengeringan matahari sangat rentan terhadap resiko kontaminasi lingkungan, sehingga pengeringan sebaiknya jauh dari jalan raya atau udara yang kotor. Hal ini mempunyai kelemahan karena masih sangat tergantung dengan sinar matahari, jika mendung atau hujan maka proses pengeringan menjadi terkendala. Meskipun demikian pengeringan dengan sinar matahari masih dilakukan hingga saat ini, karena tidak membutuhkan biaya yang banyak.



Gambar 21. Pengeringan ikan dengan matahari

2. Pengeringan yang memodifikasi cara pengeringan tradisional maupun modern yaitu pengeringan dengan memanfaatkan energi surya thermal, pengeringan dengan mechanical dryer, dan pengovenan.
 - a. pengeringan dengan memanfaatkan energi surya thermal (solar drying)

Metode ini bersifat ekonomis pada skala pengeringan besar karena biaya operasinya lebih murah dibandingkan dengan pengeringan dengan mesin. Prinsip dari solar drying ini adalah pengeringan dengan menggunakan bantuan sinar matahari. Perbedaan dari pengeringan dengan sinar matahari biasa

adalah solar drying dibantu dengan alat sederhana sedemikian rupa sehingga pengeringan yang dihasilkan lebih efektif.



Gambar 22. Pengering solar drying a



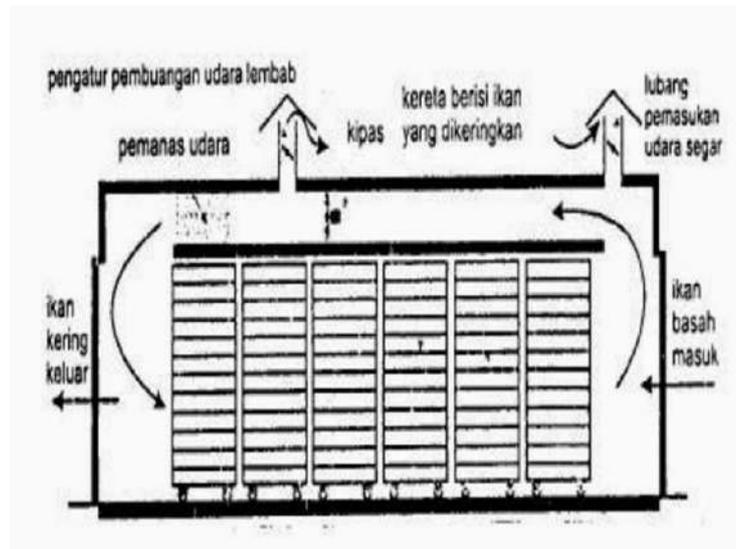
Gambar 23. Pengering solar drying b



Gambar 24. Pengering solar drying c

b. pengeringan secara mekanis (mechanical dryer)

Pengeringan ini menggunakan sumber panas dari api, lalu panas yang dihaikan dialirkan dengan bantuan kipas agar panas tersalur secara merata, ikan diletakkan dalam bak yang tersusun atas rak-rak. Prinsipnya hampir sama dengan pengeringan menggunakan tunnel.



Gambar 25. Pengering secara mekanis

c. Pengovenan

Pengeringan ikan menggunakan oven harus menggunakan suhu di bawah 70 °C. Beberapa hal yang bisa terjadi jika suhu pengovenannya tinggi yaitu terbentuk H₂S dan jika berulang dapat merusak aroma, mereduksi sistein, terbentuk Mailard. Reaksi Mailard ini terjadi antara asam amino dengan gula pereduksi membentuk melanoidin berupa polimer berwarna coklat, akibatnya dapat menurunkan penampakan. Selain itu, terjadi reaksi antara protein, peptida, asam amino dengan hasil dekomposisi lemak yang mengakibatkan menurunnya nilai gizi protein, terutama nilai cerna dan lisin menurun.



Gambar 26. Pengering menggunakan oven

C. Pemindangan Ikan

Pemindangan ikan merupakan proses pengawetan dan pengolahan ikan melalui proses penggaraman dan pemanasan. Proses pemanasan pada pemindangan ikan dilakukan dengan cara perebusan ikan dalam wadah yang ditambahkan larutan garam (*wet salting*) atau garam (*dry salting*). Jadi prinsip pemindangan yaitu pengurangan kadar air ikan melalui pemanasan dan penggaraman, sehingga aktivitas air (A_w) mikroorganisme menjadi terganggu, akibatnya metabolisme mikroorganisme dan pertumbuhan menjadi terhambat bahkan bisa juga membunuh mikroorganismenya. Penambahan garam selain bertujuan untuk pengawetan, digunakan untuk memperbaiki cita rasa ikan. Proses pemindangan beserta penggaraman tinggi mengakibatkan tekstur ikan menjadi kompak dan padat.

Akibat perebusan pada pemindangan menghasilkan air atau limbah cair yang bisa dimanfaatkan, di antaranya menjadi petis, karena limbah cair tersebut masih mengandung nutrisi. Berdasarkan hasil penelitian karakteristik limbah cair hasil pemindangan ikan Tongkol adalah berwarna coklat keruh, agak kental dengan bau amis khas ikan Tongkol sangat kuat, rasa asin yang tajam, mempunyai kadar air 64,96%, kadar abu 17,40%, kadar protein 14,30%, kadar lemak 0,95%, kadar karbohidrat 2,19%, pH 5,25, angka lempeng total $1,3 \times 10^2$ CFU/ml, logam berat Hg dan Pb tidak terdeteksi, Fe 24,62 ppm, kadar garam 19,37%, kadar histamin 43,91 ppm. Limbah cair pemindangan ikan Tongkol tersebut telah dimanfaatkan menjadi petis dengan menambahkan bumbu-bumbu per 100 ml limbah cair yaitu bawang putih goreng 5%, cabe rawit 2,5%, lada 0,5%, asam jeruk limau 2%, dan gula merah 100% dan gula putih 100%.

Jenis-jenis pindang di Indonesia dikelompokkan berdasarkan proses, wadah yang digunakan, jenis ikan, perlakuan atau bumbu yang ditambahkan dan daerah asal. Sementara itu, keberhasilan proses pemindangan sangat dipengaruhi oleh mutu bahan yang digunakan

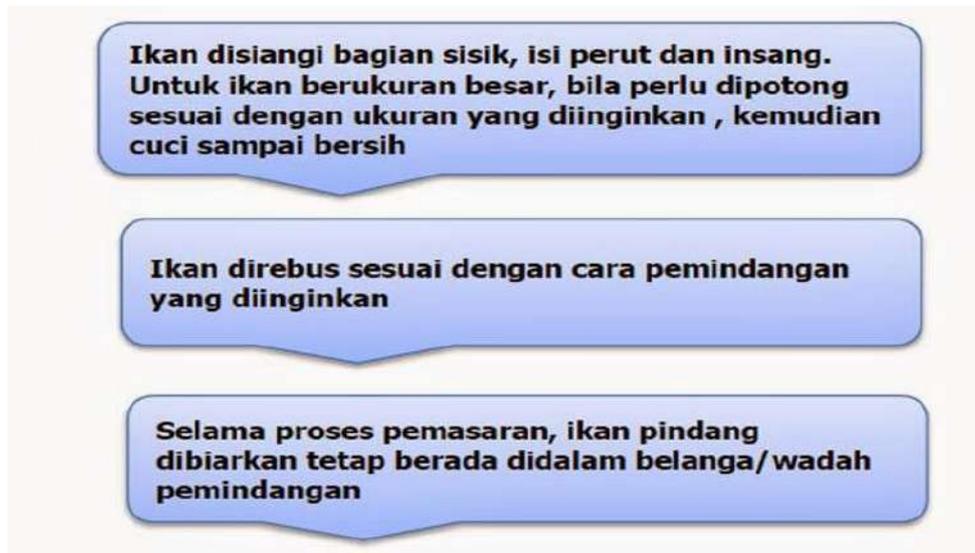
dan kondisi lingkungan. Jenis ikan yang biasa digunakan sebagai bahan baku pemindangan adalah ikan air laut, seperti ikan tongkol (*Euthynnus sp*), tengiri (*Scomberomorus sp*), kembung (*Rastrelliger sp*), layang (*Decapterus sp*), dan ikan air tawar seperti mas (*Ciprynus carpio*), dan nila (*Tilapia nilotica*), serta ikan air payau seperti bandeng (*Chanos chanos*). Jenis-jenis pindang di Indonesia dapat di lihat pada Tabel berikut:

Tabel 6. Jenis-jenis pindang di Indonesia

No	Dasar pengelompokan	Nama dagang
1	Proses	<ul style="list-style-type: none"> • Pindang cue (perebusan dalam air garam) • Pindang garam (perebusan dengan sedikit garam dan sedikit air) • Pindang presto (pemanasan dengan tekanan tinggi hingga duri menjadi lunak)
2	Wadah	<ul style="list-style-type: none"> • Pindang naya (pindang cue dengan wadah naya) • Pindang besek (pindang cue dengan wadah besek) • Pindang badeng (pindang garam dalam wadah badeng) • Pindang paso (pindang garam dalam paso) • Pindang kendil pindang garam dalam kendil)
3	Jenis ikan	<ul style="list-style-type: none"> • Pindang Bandeng • Pindang Tongkol • Pindang Kembung • Pindang Lemuru • Pindang Tawas • Pindang Gurami
4	Bumbu	<ul style="list-style-type: none"> • Pindang bumbu (memakai bumbu tambahan misalnya kunyit)
5	Asal	<ul style="list-style-type: none"> • Pindang Pekalongan • Pindang Kudus • Pindang Juwono • Pindang Tuban • Pindang Muncar



Gambar 27. Beberapa pemindangan ikan di Indonesia



Gambar 28. Diagram alir pemindangan ikan



Gambar 29. Diagram alir pengolahan ikan presto

Mutu ikan pindang

Cara paling mudah menentukan nilai mutu pindang yaitu secara sensori, meliputi rupa/penampakan dan warna, bau, rasa, dan tekstur. Pada rupa/penampakan diamati juga keberadaan jamur dan lender. Untuk mendapatkan mutu pindang ikan yang tinggi, dibutuhkan cara pengolahan yang tepat secara higienis dan disertai dengan pengawasan mutu yang berkesinambungan. Ikan pindang bisa awet 2-3 hari. Pindang garam lebih awet hingga 2 mingguan karena menggunakan garam yang lebih tinggi konsentrasinya. Kerusakan awak ditandai dengan timbulnya lender, lembek dan lengket, serta mulai timbul bau yang tidak

sedap. Selanjutnya, jika kerusakan semakin hebat bisa tumbuh jamur, sehingga ikan pindang sudah tidak layak dikonsumsi. Oleh karena itu, dalam pemindangan harus memperhatikan persyaratan mutu sensorinya, seperti tertera pada Tabel 7

Tabel 7. Mutu sensori ikan pindang

Parameter	Keterangan
Rupa dan warna	Utuh, bersih, tidak terdapat benda asing, tidak terlihat endapan lemak atau lainnya. Warna produk spesifik jenis, cemerlang, tidak berkapang dan berlendir.
Bau	Spesifik jenis produk, bau produk ikan rebus, bau gurih dan segar.
Rasa	Gurih spesifik produk, tidak terdapat rasa asin yang berlebihan dan keasinan merata.
Tekstur	Kompak, padat, spesifik jenis produk, empuk, cukup kering dan tidak basah

Sementara itu persyaratan mutu ikan pindang berdasarkan SNI , sebagai berikut

Tabel 8. SNI ikan pindang

Jenis Uji	Satuan	Standar SNI
a. Organoleptik		
- Nilai	Angka (1-9)	Min 7
- Kapang		Negatif
b. Cemar Mikroba		
- ALT	Koloni g ⁻¹	Maks 5,0 x 10 ⁵
- <i>Escherichia coli</i>	APM g ⁻¹	Maks < 3
- <i>Salmonella</i>	APM 25 g ⁻¹	Negatif
- <i>Vibrio cholerae</i>	APM 25 g ⁻¹	Negatif
- <i>Staphylococcus aureus</i>	Koloni g ⁻¹	1 x 10 ³
c. Kimia		
- Air	% fraksi massa	Maks 60
- Garam	% fraksi massa	Maks 10
- Histamin*)	Mg/kg	Maks 100

D. Pengasapan ikan

Pengasapan merupakan pengawetan dan pengolahan ikan yang sudah lama dilakukan, ada beberapa kelemahan pengasapan yang dilakukan secara tradisional. Oleh karena itu, ada

beberapa cara pengasapan yang modern yang dikenalkan agar ikan hasil pengasapan aman untuk dikonsumsi dan mempunyai rasa yang enak.

Prinsip pengasapan meliputi empat faktor yaitu

- Pengurangan kadar air, pemanasan yang ditimbulkan dari pengasapan dapat mengurangi kadar air terutama bagian permukaan tubuh ikan, akibatnya perkembangbiakan mikroorganisme dapat terhambat karena lingkungan tempat hidupnya terganggu.
- Penggaraman, pada umumnya proses pengasapan disertai dengan proses penggaraman. Penggaraman ini akan berpengaruh terhadap aktivitas air mikroorganisme (A_w), sehingga bisa membunuh beberapa bakteri patogen dan bakteri pembusuk.
- Kandungan fenol dalam asap dapat bersifat sebagai antioksidan, sehingga bisa menghambat ketengikan terutama dari kandungan asam lemak tidak jenuh pada ikan.
- Kandungan formaldehid dan nitrit dalam asap dapat bersifat sebagai antimikroba, sehingga dapat mengurangi dan membunuh mikroba.

Jadi, pengasapan dapat mengawetkan ikan karena terjadi penurunan kadar air akibat pemanasan dan penggaraman, serta kandungan senyawa-senyawa dalam asap yang menempel pada tubuh ikan bersifat antioksidan dan antimikroba. Komponen utama dalam senyawa asap yaitu asam (antibakteri dan membentuk citarasa), fenol (antioksidan), karbonil (pewarnaan dan citarasa), alkohol dan hidrokarbon (karsinogen). Selama proses pengasapan terjadi perubahan warna pada ikan asap seperti lapisan damar tiruan yang mengkilap karena reaksi antara formaldehid dengan fenol, sedangkan terbentuknya warna kuning emas sampai kecoklatan, karena reaksi antara fenol dan oksigen. Pewarnaan, rasa, dan aroma ikan asap bergantung pada komponen yang dihasilkan melalui pembakaran. Hal ini juga bergantung pada jenis kayu yang digunakan. Senyawa asam organik dalam asap akan memberikan warna. Komponen-komponen asap yang merupakan bahan pengawet adalah alkohol (metil

alkohol dan etil alkohol), aldehid (formaldehid dan asetaldehid) dan asam-asam organik (asam semut dan asam cuka).

Berdasarkan hasil-hasil penelitian dapat dibedakan 4 kelompok hasil pembakaran kayu yaitu: gas, cairan, tar dan karbon.

a. Kelompok gas-gas

Pembakaran 280 °C terhadap kayu melepaskan hampir semua gas, yaitu oksigen, karbondioksida dan karbon monoksida. Pada suhu tersebut juga terjadi reaksi eksotermis, yakni suhu kayu meningkat dengan mencolok, kandungan oksigen menurun, serta kandungan hidrogen dan hidrokarbon meningkat.

b. Kelompok cairan

(1) Asam : asam format, asam asetat, asam propionate, asam butirat, asam valerat, asam isokaproat dan metil ester.

(2) Alkohol : metil, etil, propil, allil, isoamil, dan isobutyl.

(3) Aldehid : formaldehid, asetaldehid, furfural, metil furfural.

(4) Keton : aseton, metil-etil keton, metil propil keton, etil propil keton.

(5) Hidrokarbon: xilene, cumene, cymene

(6) Fenol (catechol)

(7) Piridine dan metil piridine

c. Kelompok tar

Cairan tar ini terdiri dari minyak tar dengan gravitas rendah mempunyai titik didih di bawah 140 °C dan terdiri atas 1) aldehid valerat, dan 2) Furan: furan, metil furan, dimetil furan dan trimetil furan. Minyak tar dengan gravitas tinggi mempunyai titik didih 200 °C, yang terdiri atas 1) fenol beserta turunan fenol: o-, m- dan p- kresol, xilenol, etil fenol, catechol, guaicol, ester dari pirogallol, dan 2) asam lignocerat. Aroma substansi tar terutama terjadi sebagai hasil penguraian lignin.

Tabel 9. Komponen senyawa dalam asap

Asam	Fenol	Karbonil	Alkohol	Hidrokarbon
Asam formiat	Siringols	Formaldehid	Etanol	Benzperin
Asam asetat	Guatakols	Propionaldehid	Metanol	Benzateracen
Asam butirrat	Cresols	Furfuraldehid		Indene
Asam ovalik	Xylenols	Octal aldehid		Napithalin
Asam vanilic		Acrolein		Sulbene
Asam fentalic		Metil etil keton		Phenanthren
		Metil gioxal		

Tabel 10. Komponen kimia asap kayu

Komposisi Kimia	Kandungan mg/m ³ asap
Formaldehid	30 – 50
Aldehid (termasuk furfura)	180 – 230
Keton termasuk aseton	190 – 200
Asam formiat	115 – 160
Asam asetat dan asam lainnya	600
Metil alkohol	-
Tar	1.295
Fenol	25 – 40

Senyawa-senyawa asap tersebut terdapat dalam jumlah yang sedikit, oleh karena itu untuk mengawetkan ikan dalam proses pengasapan selalu disertai dengan proses pengaraman. Banyaknya asap yang kontak dan menempel pada tubuh ikan sangat mempengaruhi keberhasilan proses pengasapan ikan. Beberapa faktor yang mempengaruhi adalah temperature pirolisis, waktu, kelembaban udara, jenis kayu, jumlah asap, ketebalan asap, kandungan udara dalam kayu, dan kecepatan aliran asap dalam alat pengasap.

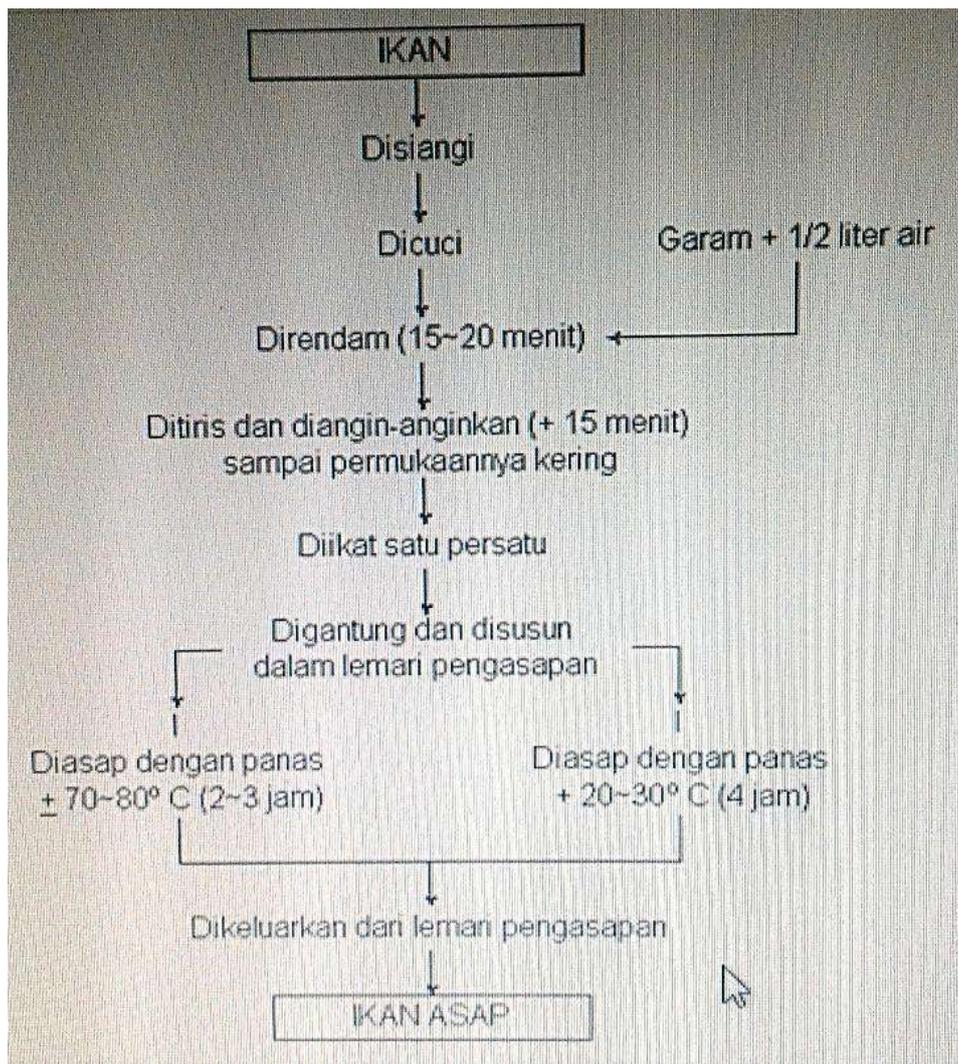
Pengasapan yang dilakukan secara tradisional ada dua jenis yaitu pengasapan panas dan pengasapan dingin.

a. Pengasapan dingin (cold smoking)

Proses pengasapan dengan cara meletakkan ikan yang akan diasap agak jauh dari sumber asap (tempat pembakaran kayu), suhu = 40 – 50 °C, lama proses pengasapan beberapa hari sampai dua minggu, daya awetnya 2-3 minggu hingga beberapa bulan.

b. Pengasapan panas (hot smoking)

Proses pengasapan ikan diletakkan cukup dekat dengan sumber asap, suhu = 70 – 100 °C, lamanya pengasapan 2 – 4 jam, daya awetnya beberapa hari saja.



Gambar 30. Diagram alir pengasapan ikan

Pengasapan ikan yang dilakukan secara tradisional mempunyai mempunyai kekurangan terutama keamanan pangan, di antaranya:

1. Terbentuk senyawa yang bersifat karsinogenik dan mutagenik. Karsinogenik adalah senyawa yang menyebabkan kanker atau karsinogen yang menyebabkan kanker, sedangkan mutagenik adalah zat atau senyawa yang dapat meningkatkan laju perubahan di dalam gen. Mutagen menyebabkan mutasi, tetapi tidak selalu menyebabkan kanker. Senyawa mutagenik merupakan senyawa polar yang larut air dan tahan panas, contoh: karbolin. Senyawa karsinogenik yang bisa terbentuk pada pengasapan yaitu hidrokarbon aromatik polisiklik (PAH), N-nitroso (NNC), amina aromatik heterosiklik (HAA). Amina aromatik heterosiklik merupakan hasil reaksi antara asam amino dan pirolisat protein; N-nitroso baik N-nitrosamin maupun N-nitrosodimetilamin merupakan hasil reaksi antara nitrogen oksida dari nitrit (asap kayu) dengan senyawa amina sekunder dari ikan. Hidrokarbon aromatik polisiklik terbentuk asap kayu terutama dari lignin dan selulosa. Fraksi hidrokarbon dari asap kayu mengandung lebih dari 24 hidrokarbon aromatik polisiklik, salah satunya adalah benzopirena (BP). Benzopirena di kulit ikan yang diasap mencapai 0,7-60 ng/g. Pada pengasapan panas jumlah benzopirena yang dihasilkan lebih banyak.
2. Pengasapan yang dilakukan dengan cara yang tidak tepat bisa merusak mutu dan nutrisi ikan. Oleh karena itu, pengasapan harus dilakukan pada waktu dan kepekatan asap yang serendah mungkin. Kandungan senyawa karbonil pada senyawa asap akan bereaksi dengan lisin yang bisa menurunkan kualitas protein ikan, sehingga semakin tinggi kepekatan asapnya maka semakin rendah mutu proteinnya.
3. Pengasapan panas (suhu di atas 80°C) dapat merusak vitamin yang larut dalam air seperti niasin, riboflavin dan asam askorbat. Selain itu juga bisa menyebabkan reaksi Mailard yang membentuk melanoidin yaitu suatu polimer berwarna coklat yang menurunkan nilai sensori kenampakan produk, menurunkan nilai cerna dan menurunkan ketersediaan asam amino terutama lisin.



Gambar 31. Lemari pengasapan dan ikan asap

Beberapa hal kekurangan pada pengasapan tradisional yang sudah disebutkan di atas, maka dikenalkan pengasapan elektrik dan pengasapan cair.

Pengasapan elektrik

- Merupakan pengembangan dari metoda panas dan dingin,
- Pengasapan dengan penggerak motor listrik
- Menggunakan listrik 10-20 ribu volt yang berfungsi untuk membantu mempercepat dan mengintensifkan proses penyerapan asap pada daging ikan.
- Asap dilewatkan medan listrik dengan tegangan tinggi



Gambar 32. Alat pengasapan elektrik

Pengasapan cair

- Asap cair (*Wood vinegar, Liquid smoke*) merupakan suatu hasil kondensasi atau pengembunan dari uap hasil pembakaran secara langsung maupun tidak langsung dari bahan-bahan yang banyak mengandung lignin, selulosa, hemiselulosa serta senyawa karbon lainnya
- Pembentukan asap cair berasal dari sistem kompleks yang terdiri atas fase cairan terdispersi dan medium gas sebagai pendispersi. Asap diproduksi dengan cara pembakaran tidak sempurna yang melibatkan reaksi dekomposisi konstituen polimer menjadi senyawa organik dengan berat molekul rendah karena pengaruh panas yang meliputi reaksi oksidasi, polimerisasi dan kondensasi.
- Jumlah partikel padatan dan cairan dalam medium gas menentukan kepadatan asap. Selain itu asap juga memberikan pengaruh warna rasa dan aroma pada medium pendispersi gas.
- Sifat dari asap cair dipengaruhi oleh komponen utama yaitu selulosa, hemiselulosa dan lignin yang proporsinya bervariasi tergantung pada jenis bahan yang akan di pirolisis.
- Proses pirolisis sendiri melibatkan berbagai proses reaksi diantaranya dekomposisi, oksidasi, polimerisasi dan kondensasi.
- Terbentuknya senyawa karsinogenik dapat dihilangkan secara redistilasi (=proses pemisahan kembali suatu larutan berdasarkan titik didihnya), atau dengan pengendapan dan penyaringan
- Asap cair digunakan dengan cara menyelup, mengoles atau menyemprotkan asap cair ke tubuh ikan, lalu dilanjutkan pengovenan untuk mematangkan ikan dan memberikan pengaruh pada penempelan asap cair ke tubuh ikan.
- Asap cair mengandung berbagai senyawa yang terbentuk karena terjadinya pirolisis tiga komponen kayu yaitu : selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Lebih dari 400 senyawa

kimia dalam asap telah berhasil diidentifikasi. Berikut adalah gambar alat pengasapan cair tradisional dan modern.



Gambar 33. Alat pengasapan tradisional



Gambar 34. Alat pengasapan cair modern



Gambar 35. Asap cair sebelum resdestilasi



Gambar 36. Asap cair setelah resdestilasi

E. Penggalengan ikan

Penemu metode penggalengan adalah Nicolas Appert seorang ilmuwan Perancis. Pengalengan merupakan cara pengawetan bahan pangan melalui proses sterilisasi yang dikemas secara hermetis. Pengemasan hermetis artinya pengemasan bahan makanan dalam wadah baik kaleng, gelas maupun aluminium dengan penutupan yang sangat rapat, sehingga tidak dapat ditembus udara, air, kerusakan akibat oksidasi ataupun perubahan rasa. Tujuan pengalengan adalah mengawetkan bahan makanan (ikan) dan mencegah terjadinya kerusakan serta pembusukan.

Beberapa bahan untuk proses penggalengan yaitu Electrolyte Tin Plate (ETP), Tin Free Steel (TFS) dan aluminium (alum). Kebanyakan pengalengan menggunakan TFS-CT merupakan lapisan baja yang dilapisi kromium secara elektrik dan cepat, selanjutnya terbentuk kromium oksida pada seluruh permukaannya. Keuntungan jenis TFS diantaranya lebih murah harganya karena tidak menggunakan timah putih dan lebih baik daya adhesinya terhadap bahan organik, sedangkan kelemahannya yaitu jika suhu retort lebih tinggi berpeluang terbentuknya karat pada wadah.

Meskipun proses pengalengan menggunakan suhu tinggi bukan berarti terhindar dari mikroorganisme.

Adapun tahap-tahap penggalengan ikan, meliputi:

1. Persiapan wadah dan bahan baku (ikan)

Wadah yang digunakan disesuaikan dengan produk yang akan dikalengkan. Jika terbuat dari kaleng yang harus diperhatikan yaitu pada setiap sambung kalengnya harus rata, tidak ada lekukan atau penyok, tidak ada karat atau cacat yang lain. Jika wadahnya gelas/jars yang harus diperhatikan yaitu ada tidaknya keretakan jars, ada tidaknya goresan, penutupnya harus menutup dengan rapat tidak ada sela, sedangkan persiapan wadah yang lain berupa *retort pouch* yaitu kantong plastik multi lapis yang terdiri atas poliester,

aluminium foil dan polipropilen. Wadah ini lebih efisien karena penetrasi berlangsung cepat sehingga dapat mempertahankan gizi, warna dan cita rasa, lebih praktis penyajiannya, dan biaya penyimpanannya jauh lebih murah. Sealer atau bagian penutup *retort pouch* tidak boleh rusak.



Gambar 37. Wadah ikan dari kaleng



Gambar 38. Wadah ikan dari jars (mulut kecil dan lebar) dan *retort pouch*

2. Pengisian

Pengisian wadah dengan bahan yang telah disiapkan sebaiknya dilakukan segera setelah proses persiapan selesai, serta dilakukan secara teratur dan seragam. Hal yang penting diperhatikan adanya head space. Head space adalah ruang kosong antara permukaan produk dengan tutup, berfungsi sebagai ruang cadangan pengembangan produk selama sterilisasi, agar tidak menekan wadah yang bisa menyebabkan wadah menjadi pecah atau kembung.

a. Metode pengisian

Pengisian dapat dilakukan secara manual, mesin baik otomatis maupun semi otomatis. Hal ini dilakukan bergantung pada produk yang akan dikalengkan. Apabila digunakan gelas jars, ada perlakuan khusus, misalnya glass jars harus dipanaskan dahulu dan produk disikan dalam keadaan panas, selanjutnya ditambahkan medium, jika pada saat pengisian medium timbul gelembung udara harus dibuang.

b. Pengecekan berat

Ketepatan berat ini dilakukan merupakan faktor ekonomis, karena dapat mengurangi jumlah produk yang terbawa. Selain itu, berat produk yang tepat pada setiap operasi akan menanamkan kepercayaan konsumen terhadap produk yang dihasilkan. Untuk memenuhi berat tersebut, terkadang diperlukan potongan kecil, adapun pembagian isian kaleng ada tiga macam, yaitu:

1. Fancy, terdiri atas potongan-potongan pokok
2. Standar, terdiri atas potongan pokok ditambah serpihan
3. Flakes atau salad, terdiri atas serpihan-serpihan daging.

c. Medium pengalengan

Medium pengalengan adalah larutan atau bahan lainnya yang ditambahkan ke dalam produk waktu proses pengisian. Jenis-jenis medium yang biasa digunakan adalah larutan, sirup, kaldu dan minyak. Larutan garam digunakan untuk bahan pangan yang tidak asam, sirup digunakan untuk buah-buahan, kaldu untuk daging dan minyak digunakan untuk ikan dan hasil perikanan lainnya. Tujuan penambahan medium adalah memberikan cita rasa pada produk, mengurangi waktu sterilisasi dengan cara meningkatkan proses perambatan panas, serta dapat mengurangi korosi kaleng dengan cara menghilangkan udara

Beberapa factor yang mempengaruhi kecepatan perambatan panas didalam makanan kaleng yaitu:

1. Jenis bahan baku wadah,
2. Ukuran dan bentuk wadah,
3. Tingkat pengisian produk
4. Kekentalan cairan
5. Distribusi produk di dalam wadah
6. Suhu awal produk
7. Lokasi wadah dalam medium pemanasan
8. Suhu retor
9. Ada/tidaknya pengocokan (agitasi) wadah selama sterilisasi

d. Head space

Head space adalah ruang di anatar wadah dengan permukaan produk. Besarnya bervariasi tergantung pada jenis produk dan jenis wadah. Umumnya untuk produk cair dalam kaleng, tingginya sekitar 0,25 inchi (0,635 cm), sedangkan wadah dari gelas jars direkomendasi head space yang lebih besar. Besarnya head space menjadi hal yang sangat penting, jika terlalu kecil akan menyebabkan pecahnya wadah akibat ekspansi (pengembangan) produk selama proses sterilisasi, jika terlalu besar mengakibatkan sejumlah kecil udara akan terperangkap dalam kaleng sehingga bisa terjadi oksidasi dan perubahan warna produk.

3. *Exhausting*

Sebagian besar oksigen dan gas lain harus dihilangkan dari bahan di dalam wadah sebelum proses penutupan. Adanya oksigen dalam wadah bisa bereaksi dengan bahan dalam wadah (kaleng) sehingga mempengaruhi mutu, nilai gizi dan umur simpan produk kaleng. *Exhausting* berguna untuk memberikan ruangan bagi pengembangan produk selama proses sterilisasi, sehingga kerusakan wadah akibat tekanan produk dari dalam

dapat dihindari, juga berguna untuk menaikkan suhu produk di dalam wadah sampai mencapai suhu awal.

Pabrik yang berskala kecil, *exhausting* dilakukan dengan cara melakukan pemanasan pendahuluan pada produk, lalu produk diisikan ke dalam kaleng dalam keadaan panas dan wadah ditutup juga dalam keadaan panas. Untuk beberapa jenis produk, *exhausting* dilakukan dengan cara menambahkan medium, misalnya saus tomat atau larutan garam mendidih.

Pabrik berskala besar, *exhausting* dilakukan secara mekanis yaitu pengepakan vakum (*vacuum packed*). Prinsipnya adalah menarik oksigen dan gas-gas lain dari dalam kaleng dan kemudian segera dilakukan penutupan wadah.

Penghampaan juga bermanfaat untuk:

- a. Mengurangi tekanan di dalam kaleng, sehingga kaleng tidak pecah selama sterilisasi
- b. Menghilangkan oksigen untuk mengurangi kemungkinan oksidasi isi kaleng dan korosi pada bagian dalam kaleng karena dapat menyebabkan kebocoran pada kaleng
- c. Menjaga kandungan vitamin C

4. Penutupan wadah

Setelah *exhausting* segera dilakukan penutupan secara hermetis. Penutupan wadah diperlukan untuk mencegah terjadinya pembusukan, kebocoran dan pengkaratan. Jika wadahnya kaleng penutupan dilakukan secara *double seaming* yaitu pertama untuk menggulung pinggir tutup kaleng dan kedua untuk meratakan gulungan. Sementara itu pada wadah gelas jars wadah selama sterilisasi tidak ditutup kuat-kuat, setelah sterilisasi baru penutupan dilakukan dengan memutar kuat sampai penutupan yang hermetis.

5. Sterilisasi

Sterilisasi adalah proses panas yang dilakukan pada suhu tinggi $> 100\text{ }^{\circ}\text{C}$ dengan tujuan memusnahkan mikroorganisme patogen dan pembusuk. Selama proses sterilisasi produk

pangan, kondisi steril yang absolut sulit dicapai, sehingga digunakan istilah sterilisasi komersial. Sterilisasi komersial yaitu keadaan yang diperoleh dari pengolahan pangan dengan menggunakan suhu tinggi dalam periode waktu yang cukup lama sehingga tidak ada lagi mikroorganisme yang hidup. Dalam pengertian bahwa meskipun ada proses sterilisasi kemungkinan masih ada spora bakteri (terutama bakteri non-patogen) yang masih hidup tetapi bersifat dorman (tidak dalam keadaan aktif bereproduksi), sehingga keberadaannya tidak membahayakan jika produk disimpan dalam kondisi normal. Dengan demikian produk yang dikalengkan mempunyai daya simpan yang lama hingga beberapa bulan atau tahun. Pemanasan biasanya dilakukan dalam retort, yaitu bejana pemasak bertekanan menggunakan uap panas mencapai suhu 114-120 °C atau lebih tinggi. Pemanasan yang diperlukan tergantung dari pH produk yang diukur pada *coldest point*

- Acid foods: pH < 4,5: 200 F
- High acid foods, pH < 3,5: suhu lebih rendah dari acid foods
- Low acid foods, pH > 4,5: pemanasan lebih lama. Contoh: daging atau ikan. Waktu proses tergantung dari kecepatan transfer panas

Karakteristik produk daging termasuk dalam kategori asam rendah (pH > 4,5) dan nilai $a_w > 0,85$. Oleh karena itu, dimungkinkan adanya pertumbuhan bakteri pembentuk spora yang tahan panas, sehingga sterilisasi komersial bertujuan menginaktivasi spora bakteri tersebut. Selama sterilisasi komersial berpeluang ditemukannya spora *Clostridium botulinum* dalam produk sebesar 10^9 atau terjadi pengurangan populasi *C botulinum* sebesar 12 siklus log, dengan asumsi bahwa jumlah awalnya 100 spora per kemasan. Oleh karena itu, sterilisasi komersial dikenal dengan konsep 12D.

Ada tiga komponen utama yang perlu dikenali dan dikendalikan dengan baik untuk memastikan pencapaian tujuan proses sterilisasi, yaitu proses sterilisasi produk, proses

sterilisasi bahan kemasan dan proses sterilisasi zona aseptis, yaitu zona dimana pengisian dan penutupan secara aseptis dilakukan.



Gambar 39. Retort untuk proses sterilisasi

6. Pendinginan

Setelah proses sterilisasi selesai, wadah harus segera didinginkan. Hal ini bertujuan memperoleh keseragaman dalam proses baik waktu maupun suhu, mempertahankan mutu produk dan mengakibatkan kematian bakteri yang masih bertahan hidup karena shock temperatur. Jika proses pendinginan terlambat dilakukan yang terjadi adalah produk yang dikalengkan *over cooking* (terlalu masak) sehingga bisa merusak tekstur dan rasa; pada suhu antara suhu ruang dan suhu proses memungkinkan spora bakteri yang tahan panas masih tumbuh.

7. Pemberian label dan penyimpanan

Pemberian label bertujuan mengetahui bahan yang digunakan, kapan waktu produksi (masa kadaluwarsa), dan mengenal produk ke masyarakat. Selanjutnya, produk yang dikalengkan dikemas dalam kardus atau kotak kayu yang berisi jumlah tertentu. Sebelum didistribusi, ada tempat penyimpanan sementara yang baik untuk menjaga terjadinya perubahan mutu pada produk yang dikalengkan. Tempat penyimpanan harus dijaga kelembapan rendah dan tidak terpapar sinar matahari ataupun cahaya, terutama produk yang dikalengkan menggunakan wadah dari kaca.

Nilai lebih daging dalam kaleng

Kelebihan daging dalam kaleng yang diproses dengan benar yaitu (1) daging kaleng jelas merupakan produk pangan yang praktis, mudah digunakan untuk menyusun makanan sehat sehari-hari, (2) daging dalam kaleng mempunyai masa aman yang sangat lama tanpa perlu disimpan di lemari pendingin, tanpa perlu penambahan bahan pengawet anti mikroba, (3) bersifat stabil tahan lama, sehingga daging dalam kaleng bisa digunakan untuk persediaan pangan, bahkan bisa digunakan untuk berjaga-jaga dalam kondisi darurat, (4) daging yang dikalengkan bertekstur lunak sehingga disukai konsumen, (5) daging yang dikalengkan mempunyai informasi gizi yang cukup lengkap yang tertera pada label.

Pengujian mutu dan kerusakan makanan kaleng

Pengawasan produk yang dikalengkan harus dilakukan selama persiapan bahan mentah dan pemanasan, yaitu meliputi pengujian sifat fisik dan kimia, serta pengujian mikrobiologis.

a. Pengujian secara fisik dan kimia

Pengujian fisik meliputi: penampakan wadah, suara yang ditimbulkan akibat pemukulan pada wadah, ada tidaknya garam metal, lekukan pada badan wadah (kaleng), keretakan pada gelas jars, ada tidaknya kebocoran, biasanya juga dibarengi dengan pemeriksaan secara organoleptic di antaranya warna, kenampakan dan bau.

b. Pengujian mikrobiologis

Pengujian ini untuk mengecek efektivitas sterilisasi, mutu produk, jenis dan jumlah mikroba yang masih hidup dalam wadah dan penyebab kebusukan. Pemeriksaan mikrobiologis memerlukan teknik dan peralatan khusus karena harus dilakukan di dalam laboratorium. Pebgujian mikrobiologis dilakukan sebelum produk didistribusikan dan disimpan selam ± 10 hari untuk pemeriksaan. Pengujian

mikrobiologis contohnya pada produk kaleng yang bocor dengan pH produk > 4,0 terbentuk campuran flora mikroba yaitu terdapat mikrokolus atau khamir.

Kerusakan makanan kaleng

Kebusukan makanan kaleng dapat disebabkan oleh kapang, khamir dan bakteri. Tanda-tanda kebusukan makanan kaleng oleh mikroorganisme dapat dilihat dari penampakan abnormal dari kaleng (kembung, basah atau label yang luntur); penampakan produk yang tidak normal serta bau yang menyimpang; produk hancur dan pucat; dan keruh atau tanda-tanda abnormal lain pada produk cair. Secara umum penyebab kerusakan pada produk yang dikalengkan adalah sebagai berikut:

1. Kesalahan pengolahan

- a. Pengolahan yang kurang (*underprocessing*) mengakibatkan mikroba mesofil masih dapat hidup, mikroba ini berasal dari spora yang tahan pada suhu tinggi.
- b. Pendinginan yang kurang cepat pada pencapaian suhu 37-45°C, sehingga bakteri termofilik masih dapat hidup
- c. Waktu antara penutupan kaleng dan sterilisasi yang lama yang menyebabkan kerusakan yaitu *insipient spoilage*, yaitu produk yang akhir steril komersial tetapi isi kaleng menunjukkan gejala kerusakan oleh mikroba.
- d. Penurunan tekanan vakum, hal ini terjadi karena perubahan tekstur daging ikan. Oleh karena itu, untuk menghindari kerusakan yang berlebihan tekanan vakum yang digunakan di atas 10 inci.
- e. Terbentuk warna kelabu pada permukaan produk karena terdapat ikan yang menempel pada tutup. Pencegahannya yaitu membasahi tutup kaleng dengan air suling, dan merendak ikan dalam larutan garam selama 25 menit sebelum dimasukkan ke dalam kaleng.

f. Terbentuknya Kristal seperti kaca yang terbentuk dari magnesium ammonium fosfat. Pencegahan yaitu pendinginan dilakukan sesegera mungkin setelah sterilisasi.

2. Kebocoran kaleng

Kaleng yang tidak tertutup secara hermetis, mengakibatkan masuknya mikroba dalam ke dalam kaleng, meskipun lubang tersebut sangat kecil. Kerusakan yang terjadi yaitu terbentuknya mixed flora (bakteri batang rod dan kokus. Kebocoran kaleng dapat dipastikan melalui pemeriksaan visual dan pengukuran kaleng berupa komponen – komponen lipatan (*scam*).

3. Kerusakan nonbakteriologi

Kerusakan nonbakteriologi adalah kerusakan yang tidak disebabkan oleh aktivitas mikrobiologi, antara lain:

a. *Hydrogen swell*

Kerusakan yang disebabkan adanya reaksi kimia antara makanan dan kaleng yang membentuk gas hidrogen. Reaksi kimia tersebut dapat berlangsung jika lapisan kaleng tidak sempurna, misalnya terdapat goresan. Apabila korosi berlangsung cukup lama akan menimbulkan *pinholes* pada kaleng dan mengakibatkan kaleng menjadi bocor. Jika dibuka, produk tampak normal, tapi warnanya terkadang berubah pucat.

b. Reaksi Maillard

Reaksi Maillard terjadi dalam bahan pangan terolah dengan panas dan tersimpan dalam waktu relatif lama. Demikian pula telah banyak menghasilkan informasi mekanisme reaksi awal. Reaksi pembentukan senyawa intermediet dan pembentukan produk-produk stabil. Dalam bahan pangan, reaksi Maillard terjadi antara gugus karbonil gula produksi dengan gugus asam amino bebas,

residu rantai peptida dan protein. Gugus α - amino residu lisin yang terikat pada peptida dan protein berperan penting dalam reaksi yang disebabkan kereaktifannya yang relatif tinggi. Selain gugus amino residu peptida dan protein, gugus amino terminal juga berperan dalam reaksi Maillard.

Terjadi pada makanan yang mengandung gula, asam amino, dan asam. Reaksi tersebut menghasilkan karbondioksida (CO_2) dalam jumlah yang banyak sehingga mengakibatkan kaleng menjadi gembung, apalagi jika kaleng disimpan pada suhu tinggi.

c. Kerusakan akibat penyimpanan di atas suhu 40-45 °C

Penyebab kerusakan ini adalah terdapatnya bakteri termofilik pembentuk spora yang sangat tahan panas. Bakteri itu tumbuh pada suhu 55 °C. beberapa di antaranya adalah bakteri termofilik fakultatif yang bersifat nonpatogen, tetapi menyebabkan kerusakan makanan (*spoilage bacteria*). Kerusakan atau pembusukan makanan dalam kaleng ditandai dengan kenampakan luar kaleng dan penyimangan kondisi isinya, yaitu *flat* (kedua ujung permukaan datar dan kokoh), *flipper* (kaleng kelihatan datar, tetapi apabila ditekan dengan ibu jari pada salah satu ujung permukaan maka ujung yang lain akan cembung dan sebaliknya, *springer* (kaleng dengan satu bagian ujungnya sudah cembung secara permanen, jika bagian yang cembung ditekan cukup keras akan kembali cekung tetapi bagian ujung lainnya akan cembung, *soft swell* (pada kedua ujung kaleng cembung tetapi tidak terlalu keras sehingga dengan mudah ibu jari menekan, *hard swell* (kedua ujung kaleng cembung dan sangat keras sehingga tidak dapat ditekan ke dalam dengan ibu jari, *stack burn* (akibat pendinginan yang tidak sempurna kaleng menjadi lunak, berwarna gelap, sehingga tidak dapat dikonsumsi).

Ringkasan

Pengawetan dengan suhu tinggi bertujuan untuk membunuh mikroorganisme. Pengawetan suhu tinggi tidak sama dengan menggoreng, memasak, ataupun membakar. Selama menggunakan metode pengawetan suhu tinggi harus terkontrol prosesnya, sehingga menghasilkan produk ikan yang aman untuk dikonsumsi. Pengeringan adalah suatu peristiwa perpindahan massa dan energi yang terjadi dalam pemisahan cairan atau kelembaban dari suatu bahan sampai batas kandungan air yang ditentukan dengan menggunakan gas sebagai fluida sumber panas dan penerima uap cairan. Pemindangan ikan merupakan proses pengawetan dan pengolahan ikan melalui proses penggaraman dan pemanasan. Proses pemanasan pada pemindangan ikan dilakukan dengan cara perebusan ikan dalam wadah yang ditambahkan larutan garam (*wet salting*) atau garam (*dry salting*). Pengasapan dapat mengawetkan ikan karena terjadi penurunan kadar air akibat pemanasan dan penggaraman, serta kandungan senyawa-senyawa dalam asap yang menempel pada tubuh ikan bersifat antioksidan dan antimikroba. Pengalengan merupakan cara pengawetan bahan pangan melalui proses sterilisasi yang dikemas secara hermetis.

Pertanyaan

1. Apakah perbedaan antara pengawetan suhu tinggi dengan menggoreng, memasak dan membakar?
2. Sebutkan tahapan pengalengan ikan !
3. Jelaskan prinsip pengasapan !
4. Sebutkan komponen asap !
5. Bagaimana prinsip pemindangan ikan ?

Daftar Pustaka

- Adawyah, R. 2011. Pengolahan dan Pengawetan Ikan. Bumi Aksara. Jakarta. 160 hlm.
- Afrianto, E dan E. Liviawaty. 19989. Pengawetan dan Pengolahan Ikan. Kanisius. Yogyakarta. 125 hlm.

- Belitz, H.D. and Grosch, W. 1998. Food Chemistry. Springer. 601 hlm.
- Effendi, S. 2012. Teknologi Pengolahan dan Pengawetan Pangan. Afabeta. Bandung. 202 hlm.
- Hadiwiyoto, S. 1993. Teknologi Pengolahan Hasil Perikanan. Jilid I. Liberty. Yogyakarta. 275 hlm.
- Hall, G.M. 1997. Fish Processing Technology. Blackie Academic & Professional. New York. Pp 292.
- Junianto. 2003. Teknik Penanganan Ikan. Penebar Swadaya. 119 hlm.
- Love, R. M. 1998. The Food Fishes. Their Intrinsic Variation and Practical Implication. Farrand Press London. 275 hlm.
- Muchtadi, T.R. dan Sugiyono. 2013. Prinsip dan Proses Teknologi Pangan. Alfabeta. Bandung. 320 hlm.
- Bahan dari internet

BAB VI. FERMENTASI

A. Pendahuluan

Materi bab ini berisi tentang fermentasi. Sementara, capaian pembelajaran pada bab ini adalah mahasiswa mampu memahami dan menjelaskan tentang pengawetan dan pengolahan secara fermentasi. Sebagian masyarakat ada yang menyatakan bahwa fermentasi pembusukan. Pendapat itu sama sekali tidak benar, beberapa perbedaan pembusukan dan fermentasi adalah

1. Proses fermentasi harus berlangsung secara terkontrol, pembusukan merupakan proses perubahan yang terjadi tanpa terkontrol
2. Produk fermentasi dapat dimanfaatkan sebagai bahan makanan manusia, hewan dan tumbuhan, sedangkan pembusukan tidak bisa
3. Produk fermentasi mempunyai aroma yang khas, pembusukan beraroma kurang sedap
4. Hasil akhir produk fermentasi merupakan hasil yang diharapkan, pembusukan tidak diharapkan.

Fermentasi adalah salah satu reaksi oksidasi reduksi di dalam sistem biologi yang menghasilkan energi, dimana sebagai donor dan akseptor elektron adalah senyawa organik. Fermentasi berasal dari bahasa latin *ferfere* yang artinya mendidihkan, yaitu berdasarkan ilmu kimia terbentuknya gas-gas dari suatu cairan kimia yang pengertiannya berbeda dengan air mendidih. Gas yang terbentuk adalah karbondioksida. Penemuan cara fermentasi diawali dengan pembuatan sekitar 6.000 tahun sebelum Masehi. Proses fermentasi pada ikan merupakan proses penguraian secara biologis atau semibiologis terhadap senyawa-senyawa kompleks terutama protein menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana dalam keadaan

terkontrol. Pengolahan dengan fermentasi memiliki beberapa keunggulan diantaranya proses pengolahannya sederhana, mudah dan tidak mahal, bahan baku yang digunakan dapat berasal dari berbagai jenis ikan sehingga dapat menggunakan hasil tangkapan yang bernilai ekonomis rendah atau ikan rucah. Selain itu, fermentasi dapat membantu dalam mengawetkan makanan dan juga memberikan sifat-sifat tertentu yang dapat menjadi daya tarik bagi konsumen, unik serta dapat meningkatkan nilai ekonomi. Beberapa keunggulan makanan fermentasi adalah mempunyai aroma yang khas, sangat mudah diserap tubuh, menjadi pangan fungsional karena menghasilkan senyawa biokatif. Adapun kekurangannya adalah terbentuk off flavor jika proses fermentasinya tidak terkontrol.

B. Prinsip fermentasi

Fermentasi merupakan suatu cara pengolahan melalui proses yang memanfaatkan penguraian senyawa dari bahan-bahan protein kompleks. Protein kompleks tersebut terdapat dalam tubuh ikan yang diubah menjadi senyawa-senyawa lebih sederhana dengan bantuan enzim yang berasal dari tubuh ikan atau mikroorganisme serta berlangsung dalam keadaan terkontrol.

Cara fermentasi pada dasarnya hanya dapat dibedakan menjadi dua, yaitu

1. Proses fermentasi menghasilkan produk dengan bentuk dan sifat yang sama sekali berbeda dari keadaan awalnya. Di antaranya: kecap ikan, terasi, Rusip, joruk, dan silase ikan
2. Proses fermentasi menghasilkan produk dengan bentuk dan sifat yang sama dengan keadaan awalnya (bahan baku). di antaranya bekasem, dan ikan peda.

C. Fermentasi ikan

Selama proses fermentasi, protein ikan akan terhidrolisis menjadi asam-asam amino dan peptide, kemudian asam-asam amino akan terurai lebih lanjut menjadi komponen-

komponen lain yang akan berperan dalam pembentukan cita rasa produk. Fermentasi ikan merupakan proses biologis atau semibiologis pada prinsipnya dapat dibedakan menjadi empat golongan, yaitu

1. Fermentasi menggunakan kadar garam tinggi, misalnya terasi, Rusip, joruk, ikan peda, dan bekasam
2. Fermentasi menggunakan asam-asam organik, misalnya silase dengan menambahkan asam propionate dan asam format
3. Fermentasi menggunakan asam-asam mineral, misalnya silase yang menggunakan asam kuat
4. Fermentasi menggunakan bakteri asam laktat, misalnya Rusip, dan bekasam

Produk fermentasi yang menggunakan kadar garam tinggi mengakibatkan rasa asin, sehingga sumber protein yang diambil hanya sedikit, sedangkan fermentasi menggunakan asam-asam organik belum dikenal nelayan. Fermentasi bakteri asam laktat dan fermentasi menggunakan kadar garam tinggi merupakan fermentasi yang sinergis. Hal ini karena, yang berperan selama proses fermentasi adalah bakteri asam laktat, dimana garam menjadi support energi pertumbuhan bakteri asam laktat. Selain bakteri, khamir dan kapang juga berperan dalam proses fermentasi.

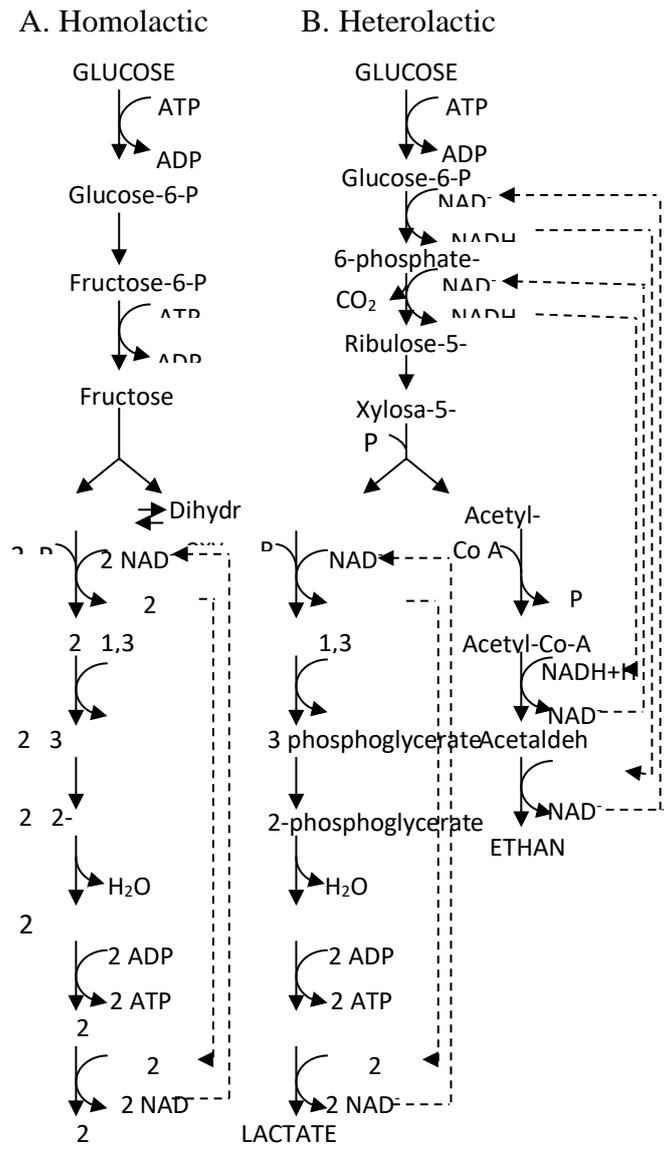
Bakteri –bakteri penyebab kebusukan pada ikan terutama bakteri gram negatif (*Pseudomonas*, *Flavobacterium*, *Achromobacter* dan lainnya) tidak tahan akan kadar garam tinggi sehingga digantikan oleh bakteri halofilik seperti bakteri asam laktat dan mikroorganisme halotoleran seperti mikrokoki dan beberapa kapang. Bakteri halofilik yang menyebabkan kebusukan bersifat proteolitik aktif memiliki suhu optimum 35-40°C dan pH 6-10. Kapang yang bersifat halofilik tergolong grup *Spooredonema* dan *Oospora* dengan suhu optimum pertumbuhan 30°C, pH 3,3-7,4 dan tumbuh aktif sampai kadar garam 20%. Kadar garam yang tinggi dapat menghambat pertumbuhan bakteri patogen kecuali *S. aureus* yang

tumbuh pada kadar garam 7-10%, *S. aureus* akan dihambat pertumbuhannya pada konsentrasi 15-20% dan pH 4,5-5,0. *Clostridium botulinum* tipe E yang sering ditemukan pada ikan segar dapat dihambat pada konsentrasi garam 10-12% dan pH 4,5, sedangkan *Salmonella* akan terhambat pertumbuhannya pada konsentrasi garam 6%.

D. Fermentasi Asam Laktat

Fermentasi yang berlangsung pada produk tersebut adalah fermentasi asam laktat karena terbentuknya asam-asam laktat sehingga pH produk akan menurun dengan cepat dan menghambat pertumbuhan mikroorganisme lain yang tidak tahan asam. Oleh karena itu fermentasi ikan dapat dibedakan menjadi dua kelompok berdasarkan sumber mikroba yang berperan dalam fermentasi, yaitu (1) fermentasi spontan dan (2) fermentasi tidak spontan dengan cara penambahan kultur. Pada fermentasi tidak spontan umumnya jenis bakteri yang berperan adalah bakteri asam laktat. Bakteri asam laktat merupakan kelompok bakteri gram positif yang berbentuk batang atau bulat, katalase negatif, tidak membentuk spora, pada umumnya tidak motil tetapi ada beberapa yang motil, suhu optimum pertumbuhan bakteri ini antara 20 – 40°C. Sifat-sifat khusus bakteri asam laktat adalah mampu tumbuh pada kadar gula, alkohol, dan garam yang tinggi, tumbuh pada pH 3,8 sampai 8,0 serta memfermentasi berbagai monosakarida dan disakarida.

Sumber energi penting yang dibutuhkan oleh bakteri asam laktat dalam melakukan proses fermentasi adalah karbohidrat. Proses pemecahan karbohidrat terdiri dari tiga tahap yaitu karbohidrat dihidrolisis menjadi maltosa oleh enzim amilase, maltosa diubah menjadi glukosa oleh enzim maltase, dan glukosa diubah menjadi asam laktat oleh bakteri asam laktat di samping asam asetat dan alkohol. Gula yang diubah menjadi asam laktat menyebabkan terjadinya penurunan pH dan menciptakan suasana yang dapat menghambat pertumbuhan mikroba lain.

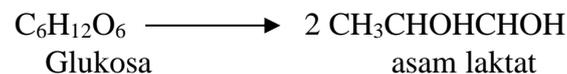


Gambar 40. Perubahan glukosa menjadi asam laktat

Empat genus bakteri asam laktat yang utama terdiri dari *Streptococcus*, *Pediococcus*, *Lactobacillus*, dan *Leuconostoc*. Kriteria yang membedakan beberapa genus adalah *Lactobacillus* homofermentatif atau heterofermentatif berbentuk batang, *Leuconostoc* heterofermentatif berbentuk bulat atau bulat telur berpasangan atau berantai, *Streptococcus* homofermentatif berbentuk bulat atau bulat telur berpasangan atau berantai dan *Pediococcus* homofermentatif berbentuk bulat, berpasangan, tetra atau bergerombol.

Bakteri asam laktat dapat dikelompokkan menjadi dua jenis yaitu homofermentatif yaitu bakteri yang hanya menghasilkan asam laktat, dan heterofermentatif adalah bakteri yang

menghasilkan senyawa selain asam laktat. Prescott dan Dunn (1959), membagi bakteri asam laktat menjadi dua kelompok berdasarkan kerjanya terhadap glukosa yaitu homofermentatif dan heterofermentatif. Kelompok bakteri asam laktat homofermentatif mengubah kira-kira 95% glukosa dan heksosa lainnya menjadi asam laktat (Rahayu *et al*, 1992). Prosesnya adalah sebagai berikut :



Kelompok heterofermentatif memecah glukosa menjadi asam laktat, CO₂, etanol, asam asetat dan asam format dalam jumlah yang hampir sama (Fardiaz *et al*, 1992). Proses fermentasi yang umum dari tipe ini :



Bakteri homofermentatif umumnya digunakan dalam pengawetan makanan karena jumlah asam yang tinggi dalam makanan dapat menghambat pertumbuhan bakteri lain. Bakteri asam laktat yang bersifat homofermentatif, misalnya *Streptococcus faecalis*, *Streptococcus liquifaciens*, *Pediococcus cereviseae*, dan *Lactobacillus plantarum*. Pada fermentasi heterofermentatif senyawa-senyawa lain yang diproduksi seperti karbondioksida, sedikit asam-asam volatil, alkohol dan ester. Kelompok bakteri heterofermentatif misalnya *Leuconostoc mesenteroides*, *Lactobacillus brevis* dan *Lactobacillus pentoacetium*. Pembentukan asam selama proses fermentasi akan mengakibatkan kondisi substrat semakin asam sehingga mengakibatkan pH makanan mengalami penurunan.

E. Faktor-faktor yang mempengaruhi fermentasi

Fermentasi bahan pangan merupakan hasil kegiatan beberapa mikroorganisme. Oleh karena itu, agar proses fermentasi berhasil dengan menghasilkan produk fermentasi yang bagus dan aman untuk dikonsumsi dibutuhkan beberapa faktor yaitu:

1. Suhu

Suhu merupakan salah satu faktor penting dan menentukan jenis mikroorganisme yang dominan selama fermentasi. Suhu minimum adalah batas bawah suhu mikroorganisme bisa hidup, jika di bawah suhu minimum maka mikroorganisme tidak dapat tumbuh. Suhu optimum adalah suhu yang memungkinkan pertumbuhan mikroorganisme yang paling cepat. Suhu maksimum adalah batas atas suhu mikroorganisme bisa hidup, jika di atas suhu minimum maka mikroorganisme mati.

2. Oksigen

Udara atau oksigen selama proses fermentasi harus diatur sebaik mungkin untuk memperbanyak atau menghambat pertumbuhan mikroba tertentu. Setiap mikroba membutuhkan oksigen yang berbeda-beda jumlahnya untuk pertumbuhan atau membentuk sel-sel baru.

3. Substrat

Mikroorganisme juga membutuhkan suplai makanan sebagai sumber energinya dan menyediakan unsur-unsur kimia dasar untuk pertumbuhan sel. Substrat yang dibutuhkan mikroba untuk kelangsungan hidupnya berhubungan erat dengan komposisi kimia. Kebutuhan substrat untuk pertumbuhan mikroorganisme berbeda-beda, ada yang memerlukan substrat lengkap dan ada yang membutuhkan substrat yang sangat sederhana. Hal ini karena beberapa mikroorganisme ada yang mempunyai sistem enzim (katalis biologis) yang dapat mencerna senyawa-senyawa yang tidak dapat dilakukan oleh mikroorganisme lain. Protein pada pH 7,0 mudah sekali digunakan oleh bakteri sebagai substrat, sedangkan pectin, pati dari karbohidrat merupakan substrat yang baik bagi kapang dan beberapa bakteri.

4. Air

Mikroorganisme tidak dapat tumbuh tanpa adanya air. Air yang digunakan untuk pertumbuhan mikroorganisme biasa disebut *water activity* atau aktivitas air (a_w), yaitu perbandingan antara tekanan uap dari larutan (P) dengan tekanan uap air murni (P_o) pada suhu yang sama.

F. Kerusakan produk fermentasi hasil perikanan

Produk fermentasi hasil perikanan dapat rusak karena tahapan proses yang tidak terkontrol, di antaranya: suhu, jika suhu terlalu tinggi mengakibatkan aktivitas enzim terhambat dan pertumbuhan bakteri akan terhambat atau mati karena, jika suhu terlalu rendah akan mengakibatkan tumbuhnya bakteri yang tidak diinginkan; kadar garam yang digunakan harus bias menghambat pertumbuhan bakteri pembusuk dan bakteri patogen, serta mensupport pertumbuhan bakteri halofilik, salah satunya bakteri asam laktat; peralatan yang digunakan harus steril agar bakteri yang tidak diinginkan tidak bias tumbuh.

G. Hasil olahan fermentasi ikan

1. Peda

Peda adalah salah satu produk fermentasi yang tidak dikeringkan lebih lanjut, melainkan dibiarkan setengah basah, sehingga proses fermentasi tetap berlangsung. Umumnya proses fermentasi peda adalah fermentasi secara spontan, dimana dalam pembuatannya tidak ditambahkan mikroba dalam bentuk *starter*, tetapi mikroba yang berperan aktif dalam proses fermentasi berkembang biak secara spontan karena lingkungan hidupnya yang dibuat sesuai untuk pertumbuhannya. Fermentasi ikan secara spontan umumnya menggunakan garam dengan konsentrasi tinggi untuk menyeleksi mikroba tertentu dan menghambat pertumbuhan mikroba yang menyebabkan kebusukan sehingga hanya mikroba tahan garam yang hidup. Peda merupakan produk ikan fermentasi, biasanya

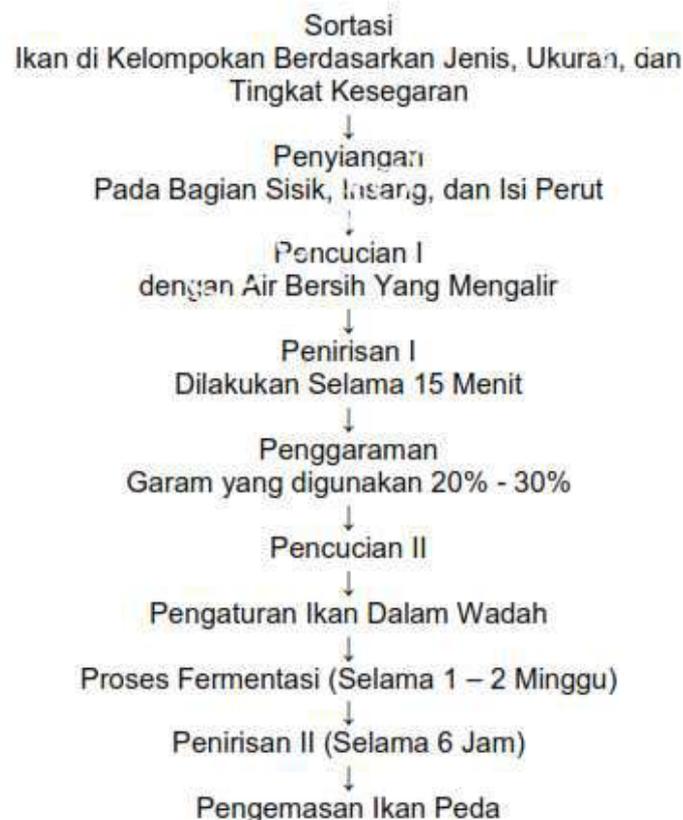
menggunakan ikan berkadar lemak tinggi. Berdasarkan penelitian ikan yang terbaik digunakan adalah ikan kembung baik jantan maupun betina. Ciri-ciri ikan peda adalah berwarna merah segar, tekstur daging masir, pH 6,0-6,4, rasanya asin, dan berbau khas. Warna merah pada ikan peda karena menggunakan bahan ikan yang mempunyai kadar lemak tinggi.

Mikroorganisme yang berperan

Bakteri yang ditemukan pada ikan peda terutamadari jenis bakteri gram positif berbentuk koki, bersifat nonmotil, hidup secara aerob atau fakultatif anaerob, bersifat katalase dan proteolitik. Di samping itu, kebanyakan bakteri tersebut juga bersifat indol dan oksidatif negatif, beberapa di antaranya mereduksi nitrat dan dapat menggunakan sitrat sebagai sumber karbon untuk hidupnya. Bakteri yang diisolasi dari ikan peda mempunyai sifat pertumbuhan yang mesofilik dengan pH 6,0-8,0 dan termasuk ke dalam kelompok bakteri halotoleran sampai halofilik. Pada ikan terdapat bakteri yang membentuk warna merah/oranye. Kebanyakan pigmen yang terdapat pada bakteri dapat diklasifikasikan ke dalam pigmen karotenoid, antosuanin, tripirilmethen dan phenazin.

Mikroba yang berperan selama fermentasi peda adalah mikroba yang berasal dari ikan itu sendiri. Berdasarkan penelitian diketahui bahwa ikan yang tidak disiangi menghasilkan produk ikan peda dengan mutu yang lebih bagus dibandingkan ikan yang disiangi. Sementara beberapa bakteri yang terdapat di peda adalah jenis *Acinetobacter*, *Flavobacterium*, *Cytophaga*, *Halobacterium* dan *Halococcus* (bakteri gram negatif), sedangkan *Micrococcus*, *Staphylococcus* dan *Corynebacterium* termasuk gram positif. Setelah dilakukan pengujian terhadap sifat morfologi maupun fisiologi dari kelima isolat, diduga isolat tersebut termasuk jenis bakteri *Staphylococcus* sp.. Pada pengamatan morfologi sel bakteri, kelima isolat bakteri memiliki sifat yang sama yaitu bentuk sel kokus, Gram positif, tidak mempunyai spora dan non motil. Sedangkan pada pengamatan fisiologi bakteri, kelima isolat juga memiliki sifat

yang sama yaitu dapat menghidrolisis pati, protein dan lemak; katalase positif; tidak dapat mereduksi nitrat; indol negatif, H_2S negatif dan oksidase negatif; dapat memfermentasi glukosa; metabolismenya dilakukan secara fermentatif; termasuk dalam golongan *Staphylococcus* sp. yang tidak bersifat patogen. Selain memiliki sifat-sifat yang sama, bakteri ini juga tahan terhadap garam dan dapat tumbuh dalam kondisi anaerobik fakultatif.



Gambar 41. Diagram alir pengolahan ikan peda



Gambar 42. Ikan peda dan diversifikasi olahannya

Perubahan selama fermentasi peda

Peda yang baik adalah peda yang berwarna merah, teksturnya masir, dan mengandung nutrisi yang tinggi. Adapun perbandingan nutrisi antara peda merah dan putih adalah sebagai berikut:

Tabel 11. Komposisi kimia ikan peda warna merah dan warna putih

Komposisi	Peda Merah (%)	Peda Putih (%)
Air lemak	44 – 47	44 – 47
Lemak	7 – 14	1,5 – 7
Protein	21 – 22	26 – 37
NaCl	15 – 17	12 – 18

Mutu peda yang berbeda dipengaruhi oleh jenis ikan yang digunakan, cara pengolahan dan cara penyimpanannya. Selama proses fermentasi terjadi penurunan kadar air akibat penambahan garam yang sifatnya menarik air bahan. Pada fermentasi tahap pertama, penambahan garam mengakibatkan penurunan kadar air melalui proses osmosis. Penurunan kadar air akan berhenti hingga mencapai titik jenuh yaitu terjadi keseimbangan konsentrasi. Selama proses penggaraman terjadi penetrasi garam ke dalam tubuh ikan sehingga mengakibatkan cairan tubuh ikan menjadi kental, selanjutnya terjadi penggumpalan protein (denaturasi). Perubahan selanjutnya terjadi pengerutan sel-sel tubuh ikan, pada akhirnya merubah sifat daging ikan yaitu tekstur menjadi lebih keras (tegar). Pada fermentasi tahap kedua terjadi pemecahan protein, lemak dan komponen lainnya yang dilakukan oleh enzim yang terdapat pada jaringan tubuh ikan maupun enzim yang dihasilkan dari mikroba. Hasil degradasi protein dan lemak menghasilkan cita rasa yang khas pada ikan peda. Senyawa-senyawa yang terbentuk adalah senyawa metal keteon dan butyl aldehyd. Selain itu, kandungan asam amino nitrogen yang tinggi juga dapat mempengaruhi cita rasa peda.

Konsistensi masir pada peda sangat dipengaruhi oleh kandungan lemak yang tinggi dan adanya enzim proteolitik.

Sementara itu, warna coklat kemerahan disebabkan oleh bahan baku dan pengaruh enzim yang dikelaurkan oleh bakteri, yaitu terjadi interaksi antara karbonil yang berasal dari oksidasi lemak dengan gugus asam amino dan protein.

Kerusakan mikrobiologis (karena bakteri halofilik) ikan asin

- *Pink spoilage* karena *Sarcina sp*, *Serratia Salinaria* dan Micrococci, tanda : terbentuk warna kuning kemerahan akibat terurainya daging, bau busuk dan tengik, daging lunak, daging berubah warna abu-abu, dan mudah terlepas
- *Dun spoilage* karena jamur, tanda : terbentuk warna keabu-abuan akibat tingginya kadar air ikan asin $\pm 17\%$
- *Rust spoilage*, tanda : bau tengik akibat tbt k seny karbonil, jika beraksi dengan asam amino terbentuk warna coklat keabu-abuan
- Saponifikasi, karena bakteri anaerob (myxobacteria), tanda : terbentuk lendir pada bag.luar dan dalam daging yang berbau busuk
- *Taning*, akibat penetrasi garam sgt lambat, tanda : noda merah di sepanjang tulang punggung dan berbau busuk
- Serangan lalat (maggot) yi *Drosophila casei* yang bertelur
- Parasit,yaitu jenis Dermestidae (parasit pembuat lubang), tanda : terbentuk lubang pd daging ikan asin, bau busuk, daging terurai bahkan sampai habis
- *Salt burn*, akibat pengg.garam halus yg berlebihan, tanda : kering bagian luar, basah bagian dalam
- Jamur (*Sporendonemia epizoum*)

2. Rusip

Rusip merupakan produk fermentasi ikan berasal dari Bangka Belitung, akan tetapi di Lampung pun terdapat Rusip. Rusip dibuat dari ikan teri, garam sebanyak 25% dan gula aren sebanyak 10 persen. Rusip siap dikonsumsi setelah disimpan selama satu sampai dua minggu, dapat dikonsumsi secara langsung ataupun dengan penambahan bumbu-bumbu tertentu untuk meningkatkan daya terimanya, seperti irisan bawang merah, rampai, cabai, dan perasan jeruk kunci. Pengolahan rusip belum dilakukan berdasarkan standar yang tetap. Akibatnya mutu tidak stabil, tidak seragam, bahkan terkadang mutunya sangat rendah dan membahayakan konsumen. Optimasi proses pengolahan rusip juga sudah dilakukan baik dengan penambahan kultur campuran maupun pengaturan penambahan garam, sehingga menghasilkan Rusip sifat kimia, mikrobiologi dan sensori yang lebih bagus. Adapun kriterianya yaitu total bakteri asam laktat 12,37 log cfu/g; total mikroba 5,94 log cfu/g; pH 5,69; total asam laktat 5,04%; kadar gula reduksi 1,29%; TVN 27,57 mg N/100g, sedangkan karakteristik rusip secara spontan yaitu total bakteri asam laktat 10,40 log cfu/g; total mikroba 8,68 log cfu/g; total kapang 5,99 log cfu/g; pH 5,98; total asam laktat 3,12 %; kadar gula reduksi 3,63% dan TVN 44, 98 mg N/100g (Koesoemawardani, et al., 2013). Karakter sensorinya yaitu penampakan setengah bagian hancur, warna coklat, rasa asin, aroma ikan asin dan penerimaan konsumen agak suka. Selain itu, rusip dengan penambahan starter kering juga dilakukan. Adapun kultur kering dibuat dari tepung beras dan isolate yang diisolasi dari Rusip. Karakteristik rusip yang difermentasi dengan penambahan *Streptococcus sp.* starter kering adalah: kadar air 57,87%, 5,77 pH, $3,98 \times 10^{11}$ cfu / g total bakteri asam laktat, garam 24,64% dan 51,43 mgN/100g TVN (Koesoemawardani dan Yuliana, 2009).

Rusip mempunyai keunggulan sebagai produk fermentasi yaitu mempunyai mempunyai aroma yang khas, senyawa yang terbentuk mudah diserap tubuh, mempunyai jumlah bakteri asam laktat yang cukup tinggi sebesar 7,62- 9,88 log cfu/g, dan mempunyai

beberapa senyawa yang bersifat antioksidan. Selain itu, keunggulan aroma khas dan senyawa pembentuk rasa pada Rusip dapat dimanfaatkan sebagai bumbu seperti Masako atau Royco atau bumbu instan yang lain. Penelitian pemanfaatan rusip menjadi bumbu instan juga sudah dilakukan yaitu dengan membuat rusip bubuk (Koesoemawardani dan Ali, 2016).

Agar aroma yang terbentuk selama fermentasi Rusip, maka selama proses pengolahan rusip bubuk ditambahkan alginat sebagai bahan yang bisa memerangkap aroma rusip. Penambahan alginat sebesar 5% pada pengolahan Rusip bubuk mempunyai kriteria kadar air 5,98% dan 7,57%, pH 5,69 dan 5,85, kadar garam 7,77% dan 8,77%, kadar protein 28% dan 27,65%. Karakter sensori rusip bubuk adalah aroma ikan tidak kuat dan berwarna krem, sedangkan rusip yang diaplikasi sebagai bumbu masak mempunyai aroma ikan kuat, kenampakan pada sayur tidak kental dan mempunyai rasa ikan (Koesoemawardani dan Ali, 2016). Asam amino yang paling dominan pada Rusip spontan dan non spontan adalah asam glutamat dan asam aspartat, sedangkan asam amino metionin dan lisin pada kedua Rusip saling berbeda nyata. Sementara itu, asam lemak pada Rusip Rusip spontan dan non spontan yang paling dominan adalah asam docosahexaenoat (C22:6n3) dan asam palmitat (C16:0), sedangkan asam lemak lain yang mempunyai jumlah tinggi, berturut-turut yaitu asam oleat (C18:1n9c); asam arakidonat (C20:4n6); asam stearat (C18:0); asam cis-5,8,11,14,17-eicosapentaenoat (C20:5n3); asam palmitoleat (C16:1) dan asam miristat (C14:0) (Koesoemawardani, et al. 2017).

Perubahan fermentasi Rusip

Mikroba yang berperan selama fermentasi Rusip adalah *Streptococcus*, *Leuconostoc*, dan *Lactobacillus*. Perubahan sifat mikrobiologi dan kimiawi terjadi pada rusip spontan maupun rusip tidak spontan selama fermentasi. Sifat mikrobiologi dan kimiawi rusip tidak spontan lebih baik bila dibandingkan dengan rusip spontan. Kondisi mikrobiologi rusip dengan penambahan kultur cair campuran bakteri asam laktat selama empat belas hari

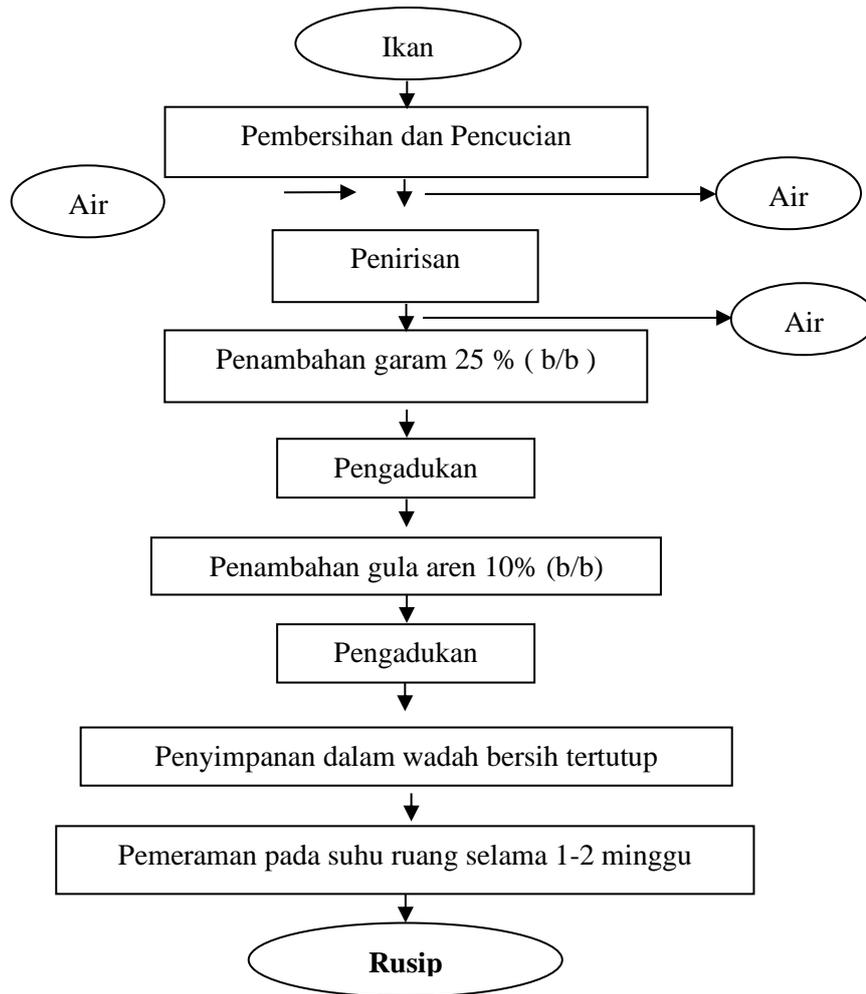
fermentasi lebih baik dibandingkan rusip spontan. Hal ini, karena rusip dengan penambahan kultur cair campuran bakteri asam laktat menghasilkan pH, total volatil nitrogen, total mikroba dan total kapang yang lebih rendah dibandingkan rusip spontan. Sementara itu, total asam dan total bakteri asam laktat yang dihasilkan lebih tinggi pada rusip dengan penambahan kultur cair campuran bakteri asam laktat dibandingkan rusip spontan (Koesoemawardani, et al., 2013; Koesoemawardani, et al., 2015).



Gambar 43. Rusip mentah dan Rusip bubuk



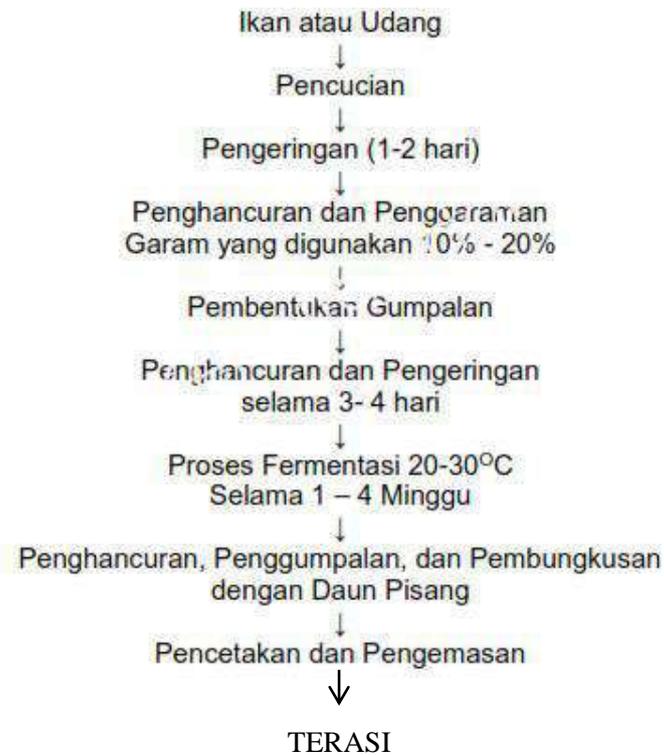
Gambar 44. Rusip matang



Gambar 45. Diagram alir pengolahan Rusip

3. Terasi

Terasi merupakan produk fermentasi dari ikan yang berbentuk pasta. Bahan baku ikan yang digunakan biasanya ikan teri dan udang rebon. Kandungan protein terasi udang sekitar 27-30%, kadar air 50-7% dan kadar garam 15-20%, sedangkan terasi dari ikan mengandung protein sebesar 20-45%, kadar air 35-50% dan kadar garam 10-25%. Selain itu terasi mengandung juga sedikit komponen lemak dan vitamin B12 yang tinggi. Mikroba yang ditemukan dalam terasi adalah jenis *Micrococcus*, *Aerococcus*, *Flavobacterium*, *Cytophaga*, *Bacillus*, *Holobacterium* dan *Acinetobacter*, serta beberapa jenis kapang.



Gambar 46 . Diagram alir pengolahan terasi

Perubahan selama fermentasi terasi

Selama proses fermentasi, protein terhidrolisis menjadi turunannya, seperti protease, pepton, peptide dan asam amino. Terasi mempunyai kadar air sekitar 26-42% adalah terasi yang baik, karena kadar air terasi yang terlalu rendah maka permukaan terasi akan terbentuk Kristal-kristal garam dan tekstur terasi menjadi tidak kenyal. Apabila kadar air terasi terlalu tinggi maka tekstur terasi menjadi lunak. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemeraman atau proses fermentasi ikan menghasilkan aroma yang khas. Komponen aroma tersebut merupakan senyawa yang mudah menguap terdiri atas 16 hidrokarbon, 7 macam alkohol, 46 macam karbonil, 7 macam lemak, 34 macam senyawa nitrogen, 15 senyawa belerang, dan 10% senyawa lain-lain. Komponen cita rasa terbentuk dari senyawa asam lemak yang bersifat volatil menghasilkan bau keasamaan, sedangkan ammonia dan amin menyebabkan bau anyir beramonia. Senyawa belerang sederhana seperti sulfide, merkaptan, dan disulfide menyebabkan yang merangsang pada terasi. Begitu juga senyawa karbonil molekul besar

menghasilkan bau khas terasi. Cita rasa yang ditimbulkan oleh senyawa karbonil selain degradasi lemak, ditimbulkan juga dari reaksi pencoklatan.



Gambar 47 . Beberapa jenis terasi

4. Kecap ikan

Kecap ikan adalah sejenis bumbu masakan yang teksturnya cair dan kental serta berwarna kehitam-hitaman. Nama kecap ikan di negara-negara Asean juga berbeda (Indonesia : *petis*; Thailand : *nam pla*, Filipina : *patis*; Jepang : *shottsuru*, dan Vietnam : *nước mắm*). Kecap adalah sebutan untuk cairan bumbu yang telah difermentasi, kecap ikan sendiri merupakan fermentasi dari garam dan ikan laut. Aroma khas yang tercium dari kecap ikan adalah amis atau bau khas ikan, sedangkan rasanya sendiri sangat unik karena campuran asin dan sedikit asam. Kecap ikan bisa dibuat secara tradisional maupun modern. Masing-masing mempunyai kelemahan dan kelebihan. Kecap ikan tradisional kelemahannya jangka waktu pengolahan sangat lama, tetapi mempunyai aroma khas yang lebih baik. Sementara itu, kecap ikan yang dimodifikasi secara modern mempunyai keunggulan jangka waktu yang lebih

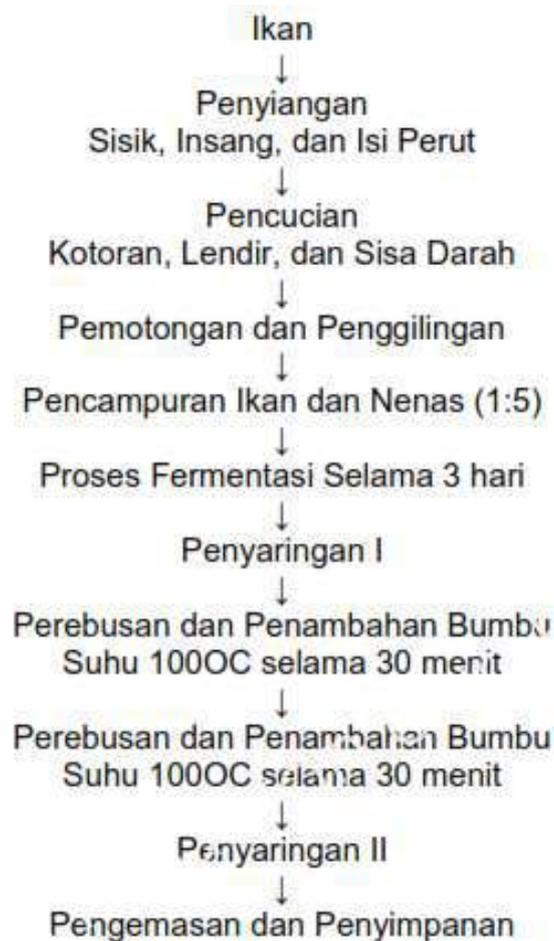
cepat yang terkontrol prosesnya, akan tetapi aroma yang dihasilkan tidak kuat. Kelemahan kecap ikan ini bisa dikurangi dengan penambahn bumbu pada proses pembuatannya. Kecap yang dimodifikasi dibuat dari hidrolisat protein ikan. Komposisi kimia kecap ikan disajikan pada Tabel 12.

Tabel 12. Komposisi kimia kecap ikan

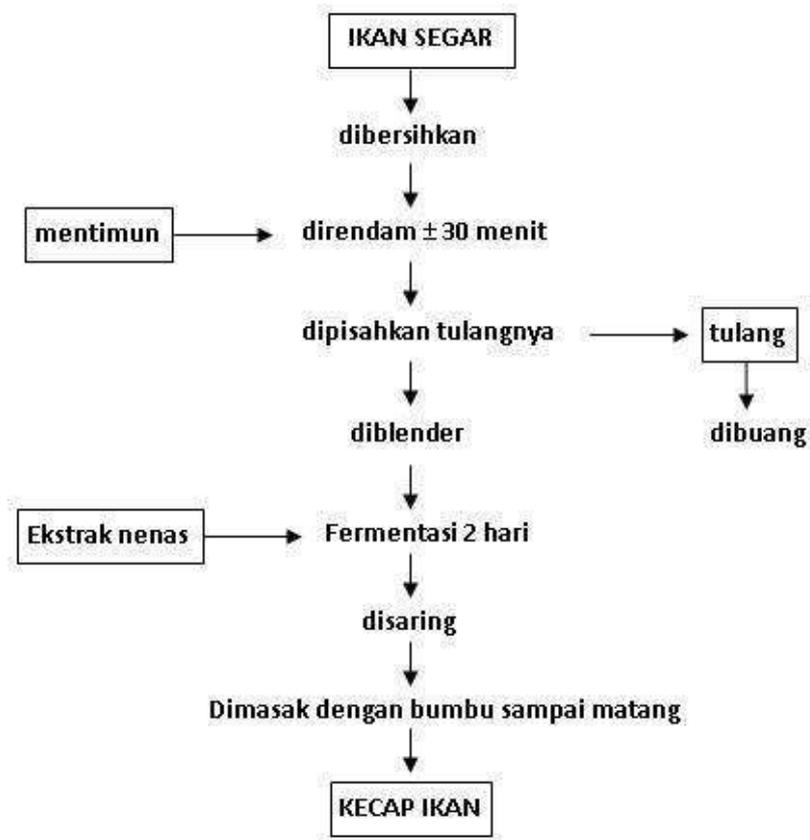
Komposisi	Jumlah (mg/l)
Keasaman	2,5 – 3
NaCl	275 – 280
Total N	11,2 – 22
N Organik	7,5 – 15
N Formol Titrasi	8 – 16
N Amonia	3,5 – 7
N Asam Amino	4,5 – 9

Selama proses fermentasi terjadi hidrolisis jaringan ikan oleh enzim-enzim yang dihasilkan oleh mikroorganisme. Peran enzim-enzim ini adalah sebagai pemecah ikatan polipeptida-polipeptida menjadi ikatan yang lebih sederhana. Mikroorganisme yang berkembang selama fermentasi ikan tidak diketahui sepenuhnya. Walaupun demikian diperkirakan jenis-jenis bakteri asam laktat seperti *Laucosotic mesenterides*, *Pediococcus cerevisiae* dan *Lactobacillus plantarum* berkembang. Beberapa jenis khamir juga diperkirakan ikut berkembang dalam fermentas. Mikroba yang berhasil diisolasi dari kecap ikan yaitu bakteri, kapang dan jamur. Beberapa jenis bakteri yaitu (a) pada tahap awal fermentasi *Bacillus*, terutama *B. coagulane*, *B. megaterium* dan *B. subtilis*, (b) pada pertengahan fermentasi yaitu *Staphylococcus epidermis*, *B. lincheniformis*, *Micrococcus calpogenes*, (c) pada akhir fermentasi yaitu *M. varians* dan *M. saprophyticus*. Kapang yang ditemukan adalah *Cladosporium herbarum*, *Aspergillus fumigatus*, dan *Penicillium notatum*, sedangkan khamir yang ditemukan adalah *Caudida clausenii*. Beberapa bakteri yang terdapat

pada kecap ikan baik secara tunggal maupun bersama-sama akan menghasilkan enzim yang akan mendegradasi komponen dalam tubuh ikan dan menghasilkan senyawa yang khas pada produk kecap ikan. Jumlah mikroba yang pada pada kecap ikan akan berkurang dengan semakin lamanya proses fermentasi. Hal ini terjadi karena terbentuknya asam selama proses fermentasi.



Gambar 48. Diagram alir pembuatan kecap ikan secara tradisional



Gambar 49. Diagram alir pembuatan kecap ikan dari hidolizat protein ikan

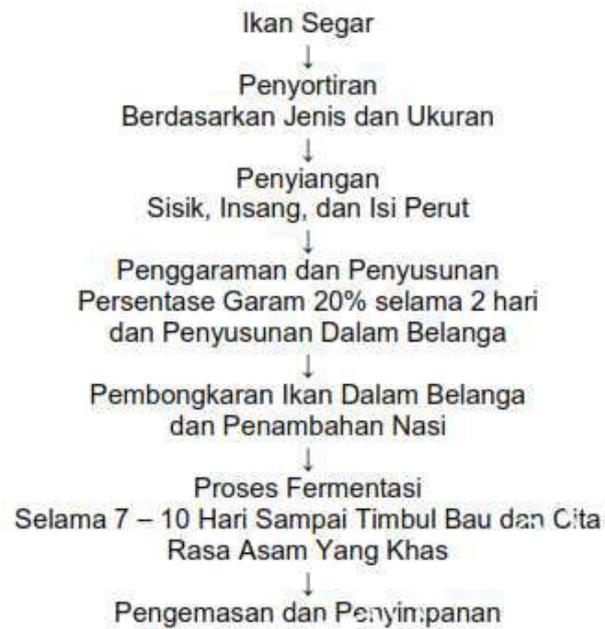


Gambar 50. Kecap ikan

5. Bekasam

Bekasam berasal dari daerah Kalimantan Selatan, umumnya dikenal dengan *Samu*. Bahan baku pengolahan bekasam yaitu ikan air tawar seperti ikan mas, ikan tawes, ikan nila, ikan mujair, ikan betook, ikan gabus dan ikan sepat. Bahan yang lain adalah nasi dan garam.

Pebnambahn garam sebesar 15-20% dan nasi sebesar 15%.. nasi bisa digantikan dengan beras. Pemeraman yang dilakukan selama \pm 1 minggu sampai menghasilkan aroma yang khas bekasam. Pengolahan bekasam adalah sebagai berikut:



Gambar 51. Diagram alir pengolahan bekasam dari ikan mas



Gambar 52. Bekasam mentah



Gambar 53 . Bekasam matang a



Gambar 54 . Bekasam matang b

Ringkasan

Produk olahan fermentasi dari bahan baku ikan di antaranya ikan peda, rusip, bekasam, dan terasi. Proses fermentasi adalah penguraian secara biologis atau semibiologis terhadap senyawa-senyawa kompleks terutama protein menjadi senyawa-senyawa sederhana dalam keadaan terkontrol. Selama prosesbeberpa proses fermentasi yaitu fermentasi kadar garam tinggi, fermentasi asam-asam organic, fermentasiasam-asam mineral dan fermentasi bakteri asam laktat. Mikroorganisme yang berperan selama proses fermentasi yaitu bakteri, kapang dan khamir, sedangkan faktor-faktor yang mempengaruhi adalah suhu, substrat, oksigen dan air. Cita rasa yang terbentuk selama proses fermentasi merupakan senyawa dari hasil pemecahan protein dan lemak oleh enzim yang terdapat dalam tubuh ikan maupun enzim yang dikeluarkan oleh mikroba.

Pertanyaan

1. Jelaskan apa yang dimaksud dengan proses fermentasi
2. Sebutkan mikroba yang brperan selama proses fermentasi
3. Sebutkan contoh produk olahan fermentasi dari ikan
4. Jelaskan perbahan selama proses fermentasi pada ikan peda
5. Jelaskan perbahan selama proses fermentasi pada Rusip

6. Jelaskan perubahan selama proses fermentasi pada terasi
7. Apa bedanya kecap ikan yang diolah secara tradisional dengan kecap ikan yang dimodifikasi secara modern

Daftar pustaka

- Adawyah, R. 2011. Pengolahan dan Pengawetan Ikan. Bumi Aksara. Jakarta. 160 hlm.
- Afrianto, E dan E. Liviawaty. 1998. Pengawetan dan Pengolahan Ikan. Kanisius. Yogyakarta. 125 hlm.
- Belitz, H.D. and Grosch, W. 1998. Food Chemistry. Springer. 601 hlm.
- Effendi, S. 2012. Teknologi Pengolahan dan Pengawetan Pangan. Afabeta. Bandung. 202 hlm.
- Fardiaz, S. 1989. Mikrobiologi Pangan. PAU Pangan dan Gizi, IPB. Bogor.
- Hadiwiyoto, S. 1993. Teknologi Pengolahan Hasil Perikanan. Jilid I. Liberty. Yogyakarta. 275 hlm.
- Hall, G.M. 1997. Fish Processing Technology. Blackie Academic & Professional. New York. Pp 292.
- Junianto. 2003. Teknik Penanganan Ikan. Penebar Swadaya. 119 hlm.
- Koesoemawardani, D dan N. Yuliana,. 2009. Karakter Rusip Dengan Penambahan Kultur Kering: *Streptococcus* sp. Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia BPPT ISSN 1410-9409 Vol. 11 No.3 Hal: 205 s.d. 212 Desember 2009
- Koesoemawardani, D., S. Rizal dan M. Tauhid. 2013. Perubahan Sifat Mikrobiologi dan Kimia Rusip selama Fermentasi. Jurnal Agritech Vol 33. No. 3. Agustus 2013. Universitas Gadjah Mada. Hal :265-272
- Koesoemawardania, D., Yuliana, N., dan Sari, M. 2015. Sifat kimiawi dan mikrobiologi rusip selama fermentasi dengan konsentrasi garam yang berbeda. Prosiding Seminar Nasional PATPI Semarang, 20-21 Oktober 2015. Hal 593-604
- Koesoemawardani, D dan Ali, M. 2017. Rusip dengan Penambahan Alginat sebagai Bumbu. JPHPI 2016. Vol 19 (3): 277-287.
- Koesoemawardani, D., Hidayati, S., dan Subeki. Book Chapter The 3rd IC-STAR 2017.
- Love, R. M. 1998. The Food Fishes. Their Intrinsic Variation and Practical Implication. Farrand Press London. 275 hlm.
- Muchtadi, T.R. dan Sugiyono. 2013. Prinsip dan Proses Teknologi Pangan. Alfabeta. Bandung. 320 hlm.

- Prescott, S.C. and C.G. Dunn.1959. Industrial Microbiology. Mcgraw-Hill Book Co.,Inc. New York.
- Salminen, S and A.V. Wright, (1993). Lactic Acid Bacteria. Marcel Dekker, Inc. New York.
- Sudarmadji, S. R. Kasmidjo. Sardjono. D. Wibowo. S. Margino. Dan E.S Rahayu. 1989. Mikrobiologi Pangan. PAU Pangan dan Gizi Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta
- Stamer, J.R. 1979. Lactic Acid Bacteria. In: Defiguereido, M.P., D.F. Sliplittsoeslsser (eds). Food Microbiology Publish Healt Spoilage Aspect. The AVI Publishing Inc. Westport. Connecticut.
- Stanton, W.R., and Q.L. Yeoh. 1978. Low Salt Fermentation Method of Conserving Fish Waste UnderSoutheast Asia Condition. Malaysian Agricultural Research and Development Institute. Malaysia
- Pusat Pendidikan Kelautan dan Perikanan Badan Pengembangan SDM dan Pemberdayaan Masyarakat Kelautan dan Perikanan Kementerian Kelautan dan Perikanan. 2015. Teknologi Pengolahan Hasil Perikanan: Mengolah Produk Perikanan dengan Fermentasi

BAB VII. DIVERSIFIKASI PENGOLAHAN IKAN

A. Pendahuluan

Ikan selain kandungan proteinnya tinggi, juga mempunyai nilai biologis tinggi mencapai 80 %, jaringan pengikatnya sedikit, golongan protein miofibrilnya tinggi, berdaging tebal dan putih, sehingga memungkinkan menjadi bahan baku bermacam-macam olahan. Terdapat ikan yang bernilai ekonomis rendah kurang dimanfaatkan, seperti ikan rucah. Ikan rucah yaitu ikan yang berukuran kecil dengan ukuran ± 10 cm yang ikut tertangkap dalam jaring nelayan dan bukan merupakan tujuan hasil tangkapan nelayan, beberapa jenis ikannya yaitu ikan petek, kuniran lemuru, ikan layang.. Selain ikan yang berukuran kecil, ada beberapa ikan yang berukuran besar tetapi tidak bernilai ekonomis tinggi seperti ikan cucut dan ikan pari. Beberapa jenis ikan rucah memiliki kandungan gizi yang tinggi antara lain ikan kuniran (*Upeneus* sp) yaitu protein $14,2 \pm 1,25\%$, lemak $0,86 \pm 0,41\%$, air $81,16 \pm 0,92\%$ dan abu $3,2 \pm 0,33\%$. Ikan mata besar (*Selar crumennophthalmus*) mengandung air $79,28 \pm 0,63\%$, protein $17,67 \pm 1,15\%$, lemak $1,66 \pm 0,04\%$ dan abu $2,3 \pm 0,19\%$ (Subagio, *et al.*, 2003). Produksi ikan rucah di Lampung cukup besar berkisar antara 65.000 ton pertahun. Jika saat *over fishing* maka ikan rucah hanya dibuang-buang saja. Ikan rucah biasanya dimanfaatkan untuk pakan ikan kerapu, pakan bebek atau hanya dibuat ikan asin. Oleh karena itu, pada bab ini mempelajari tentang diversifikasi pengolahan ikan, sedangkan capaian pembelajaran pada bab ini adalah mahasiswa mampu mengolah beberapa macam olahan berbahan baku ikan menjadi produk unggulan yang aman dikonsumsi dan berkualitas. Adapun beberapa olahan yang dipelajari pada bab ini adalah konsentrat protein ikan, hidrolisat protein ikan, dan dendeng giling ikan rucah. Ketiga produk tersebut merupakan hasil penelitian penulis dan kawan-kawan..

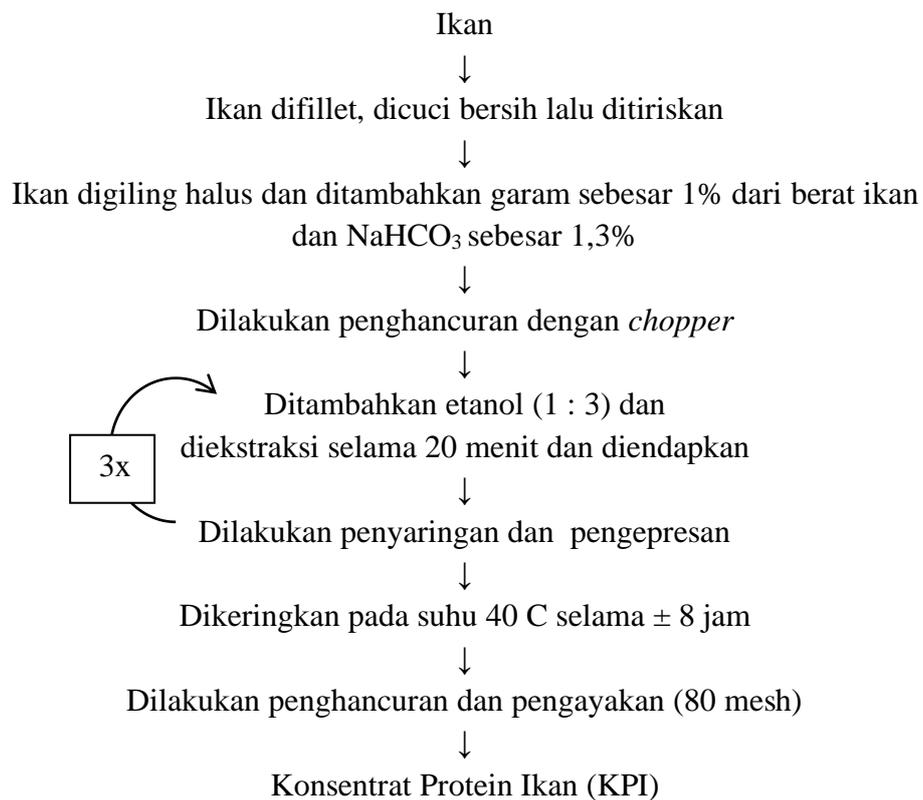
B. Konsentrat protein ikan

Konsentrat protein ikan (KPI) berbeda dengan tepung ikan. KPI merupakan salah satu metode penyajian ikan untuk konsumsi manusia, dimana protein merupakan komponen yang dikhususkan. Martin (2012) mengatakan bahwa KPI merupakan produk untuk dikonsumsi manusia yang dibuat dari ikan utuh atau hewan air lain atau bagian daripadanya, dengan cara menghilangkan sebagian besar lemak dan kadar airnya, sehingga diperoleh kandungan protein yang lebih tinggi. Ekstraksi ikan biasanya menggunakan pelarut organik seperti iso propanol, metanol, etanol atau 1,2 dicloroetane dengan variasi waktu dan suhu yang berbeda untuk menghilangkan lemak dan kadar air, sehingga diperoleh kadar protein yang tinggi. Untuk menghasilkan KPI, ada beberapa faktor yang mempengaruhi antara lain jenis ikan, cara ekstraksi, tahap proses, dan bahan baku (Finch, 1977). Koesoemawardani dan Nurainy (2008) menyatakan bahwa konsentrat protein ikan rucah yang disiangi (dihilangkan insang, isi perut dan sisik) mempunyai kandungan protein yang lebih tinggi tetapi kandungan lemak yang rendah, serta mempunyai sifat fungsional yang lebih baik seperti daya emulsi, kelarutan, kapasitas rehidrasi. Selain itu, KPI yang dihasilkan dari ikan yang disiangi mempunyai rendemen yang lebih tinggi dan sifat sensori yang lebih bagus, yaitu warna putih kecoklatan dan aroma agak bau ikan.

Ada tipe konsentrat protein ikan yaitu:

- (1) KPI tipe A, merupakan tepung yang tidak berasa ikan, tidak berwarna serta berbau, dengan kadar protein minimal 67,5 % dan kandungan lemak maksimal 0,75 %. KPI ini dapat dicampurkan pada hampir semua produk makanan dengan konsentrasi 5 – 10 % tanpa mengurangi daya terima konsumen terhadap produk tersebut,
- (2) KPI tipe B, diperoleh dengan cara menghilangkan lemaknya melalui proses ekstraksi, sampai diperoleh produk dengan kandungan lemak tidak lebih dari 3 %. Flavour ikan masih tampak dalam sebagian besar makanan yang ditambahkan KPI, dan

(3) KPI tipe C, merupakan tepung ikan yang biasa diproduksi secara higienis, dengan kandungan lemak lebih besar dari 10 %, serta bau dan flavour ikan yang tajam



Gambar 55. Pengolahan Konsentrat Protein Ikan rucah (Koesoemawardani dan Nurainy, 2008)



Gambar 56. Konsentrat Protein Ikan

Beberapa tahun terakhir banyak penelitian yang memanfaatkan konsentrat protein ikan menjadi karena kandungan protein yang tinggi hingga bisa mencapai sekitar 75% hingga

95% tanpa kandungan lemak, sehingga KPI berpotensi dikembangkan menjadi sumber protein dalam makanan. Anugrahati *et al* (2012) memanfaatkan KPI patin dalam pembuatan biskuit; Laihao *et al* (2016) menyatakan bahwa KPI dapat berkontribusi untuk meningkatkan gizi bayi dan anak kecil dan untuk meningkatkan tingkat kesehatan masyarakat; KPI bisa diaplikasi sangat khusus terutama dalam pengganti susu karena kandungan minyaknya rendah, masalah rasa amis yang terjadi pada bagian yang dapat dimakan lebih sedikit (Feedipedia, 2011).

C. Hidrolisat protein ikan

Hidrolisat protein ikan (HPI) adalah produk cairan yang dibuat dari ikan dengan penambahan enzim proteolitik dengan hasil akhir berupa campuran komponen protein. HPI dapat digunakan sebagai bahan fortifikasi untuk memperkaya nilai gizi produk makanan suplemen, pengganti albumin telur pada proses pembuatan es krim dan agar, sebagai bahan pengemulsi, pengembang dan bahan pengisi, sebagai penyedap dan dapat digunakan sebagai pengganti MSG, sebagai diet medis khusus seperti pada kasus pancreatitis dan alergi akibat makanan (<https://prezi.com/gcfjfnb0amg/hidrolisat-protein-ikan/>). Hidrolisat dapat dibuat dengan tiga cara yaitu menggunakan asam, basa dan enzimatik. Hidrolisis yang menggunakan asam dan basa bisa lebih cepat waktu hidrolisisnya, akan tetapi disisi lain ada kekurangannya yaitu produk terlalu asam, jika dinetralkan terbentuk garam sehingga asam amino rusak dan bisa menurunkan nilai gizinya. Sementara itu, kekurangan hidrolisis secara enzimatik terbentuk rasa pahit, bau amis, warna kecoklatan. Kelebihannya yaitu kondisi terpilih dan terkontrol dengan baik, menghasilkan 18-20 macam asam amino, lebih murah, dan lebih cepat.

Rasa pahit yang terbentuk pada hidrolisat enzimatis dapat dihilangkan dengan (1) penggunaan enzim yang digunakan adalah bromelin dan dengan kondisi proses yaitu suhu inkubasi 55 °C selama 15 menit. Sebelum dan sesudah proses enzimatis, dilakukan pasteurisasi pada suhu 80 derajat celsius untuk menginaktifkan enzim. Hidrolisat selanjutnya

dikeringkan dengan pengering semprot. Produk yang dihasilkan mengandung 70% protein dan 25% lemak, mudah dilarutkan dalam air dan emulsinya stabil sampai beberapa hari, (2) menggunakan dua tahap hidrolisis, yaitu setelah ditambahkan air dengan jumlah yang sama dengan daging ikan, kemudian dipanaskan sampai diatas 60 °C untuk menginaktifkan enzim endogenus. Sesudah 15 menit, suhu diturunkan kembali sampai 60 °C, pH diatur sampai 9 dan ditambahkan enzim proteinase yang stabil pada pH tinggi. Setelah inkubasi selama 1 jam, pH diatur sampai 5.5 dan ditambahkan enzim proteinase yang aktif pada pH rendah selama 1 jam. Selanjutnya hidrolisat disentrifuse untuk memisahkan cairan minyaknya, dan dikeringkan dengan pengering vakum, (3) penambahan asam orthofosforat sebanyak 0.3 %

HPI dibuat dengan penambahan enzim proteolitik untuk mempercepat proses hidrolisis dalam kondisi terkontrol dengan hasil akhir berupa cairan, pasta ataupun bubuk. Kondisi terkontrol yang dimaksud adalah mempersiapkan kondisi aktivitas proteolitik dari enzim yang digunakan selama proses hidrolisis. Faktor yg mempengaruhi mutu HPI adalah kecepatan hidrolisis dan kekhasan produk yaitu suhu, waktu hidrolisis, dan konsentrasi enzim. Hidrolisat yang dibuat dari ikan mempunyai keuntungan karena serat ikan lebih halus dan lebih pendek ukurannya, serta komposisi proteinnya cukup lengkap sehingga menghasilkan produk akhir HPI yang berkualitas. Keunggulan HPI yaitu mempunyai sifat fungsional yang tinggi, seperti sifat kelarutan, pencernaan, *foaming*, emulsi, dll., sehingga aplikasi luas baik sebagai bahan fortifikasi dan bahan tambahan utk memperkaya protein maupun gizi, diet, pengemulsi, pengisi, pengembang.

Hidrolisat protein ikan sudah dikembangkan sejak tahun 1900 an, dan masih dikembangkan hingga sekarang. Pengembangan hidrolisat protein mulai produksi, karakterisasi maupun aplikasinya baik pangan maupun non pangan. Hidrolisat dapat digunakan sebagai bahan tambahan untuk meningkatkan nilai gizinya Koesoemawardani dan Nurainy (2009) membuat biskuit manis yang ditambahkan hidrolisat protein ikan rucah; He *et*

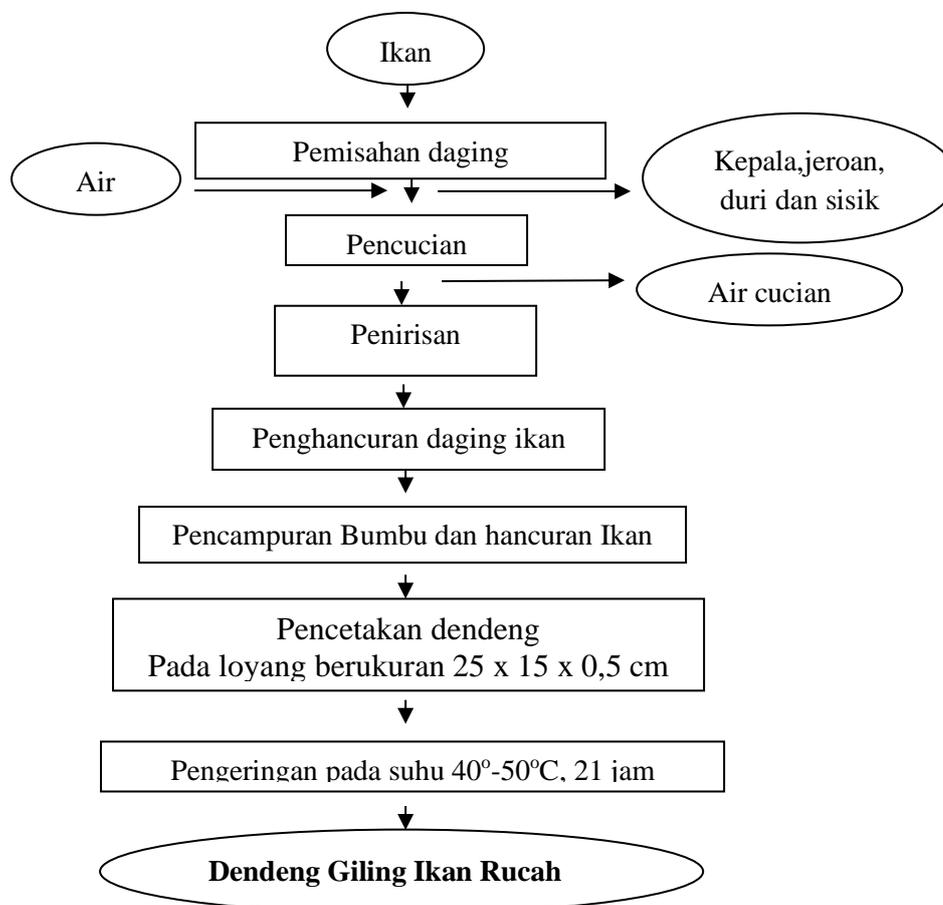
al (2015) menyatakan bahwa penggunaan hidrolisat protein ikan dapat menurunkan penyerapan minyak pada makann yang digoreng; Muzaifa *et al* (2012) menggunakan hidrolisat protein ikan sebagai *emulsifier* dan *foaming agent*; Apriliia dan Hati (2016) membuat MPASI yang diperkaya dengan hidrolisat protein ikan lele dumbo; Chalamaiah, *et al* (2012) menyatakan bahwa hidrolisat protein ikan mempunyai sifat antioksidan, antihipertensi, imunomodulator, dan peptida antimikroba karena kandungan protein tinggi dengan keseimbangan asam amino yang baik dan bioaktif peptida.



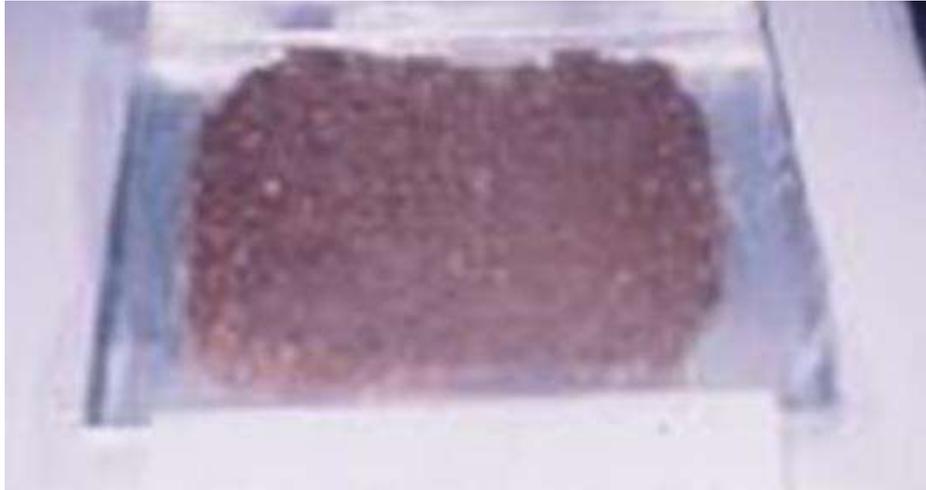
Gambar 57. Hidrolisat Protein Ikan (Koesoemawardani dan Nurainy, 2009;Koesoemawardani *et al.*, 2011)

D. Dendeng ikan rucah

Dendeng mempunyai prospek yang bagus karena produk pangan ini tidak hanya lezat dan bergizi, namun juga unik dan khas sehingga akan mudah diterima sebagai produk oleh masyarakat luas (Kusumaningtyas dkk., 2010). Dendeng adalah makanan berbentuk lempengan yang terbuat dari irisan daging segar berasal dari sapi atau ikan yang telah diberi bumbu an dikeringkan (Rachmawati,2006). Dendeng giling adalah daging yang digiling berupa lembaran tipis dan diberi bumbu, kemudian dikeringkan. Dendeng giling dibuat dengan cara restrukturisasi yaitu penyatuan kembali cacahan daging menggunakan bahan pengikat. Koesoemawardani (2006); Koesoemawardani dan Susilawati (2009) membuat dendeng giling ikan rucah dengan menambahkan alginat sebagai bahan pengikat dan bertahan hingga 40 hari penyimpanan.



Gambar 58. Prosedur pembuatan dendeng ikan rucah



Gambar 59. Dendeng ikan rucah

Ringkasan

Pengolahan ikan sangat bervariasi, hal ini untuk mengatasi orang yang tidak suka makan ikan tetapi dapat memanfaatkan kandungan gizi ikan. Bererara di antaranya pengolahan ikan menjadi konsentrat protein ikan dan hidrolisat protein ikan. Keduanya merupakan sumber protein karena mempunyai kandungan protein 70-95%. Perbedaannya keduanya adalah konsentrat protein ikan merupakan produk tanpa lemak karena ada proses ekstraksi untuk menghilangkan lemaknya, sedangkan hidrolisat protein masih mengandung air dan lemak. Selain itu ikan rucah juga bisa dimanfaatkan menjadi dendeng dengan teknik restrukturisasi.

Pertanyaan

1. Apa yang dimaksud dengan konsentrat protein ikan
2. Apa yang dimaksud dengan hidrolisat protein
3. Apa persamaan dan perbedaan antara hidrolisat dan konsentrat protein ikan
4. Apa yang dimaksud dengan dendeng giling
5. Apa perbedaannya dendeng giling dengan dendeng ikan pada umumnya

Daftar Pustaka

- Anugrahati, N. A., J. Santoso dan I. Pratama. 2012. Pemanfaatan Konsentrat Protein Ikan (KPI) Patin dalam Pembuatan Biskuit. *JPHPI* 15(1): 45-51.
- Aprilia, V. dan F. Suci Hati. 2016. Formulasi bubur bayi MPASI yang diperkaya hidrolisat protein ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*). *Jurnal Gizi dan Dietetik Indonesia*. 4 (2): 88-96. DOI : [http://dx.doi.org/10.21927/ijnd.2016.4\(2\).88-96](http://dx.doi.org/10.21927/ijnd.2016.4(2).88-96)
- Feedipedia. 2011. Fish protein concentrate and fish hydrolysate. <https://www.feedipedia.org/node/206>. Last updated on October 9, 2011, 15:28.
- He, S., C. Franco, W. Zhang. 2015. Fish Protein Hydrolysates: Application in Deep-Fried Food and Food Safety Analysis. *Journal of Food Science*. 80 (1):108-115. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.12684>.
- Koesoemawardani, D. 2006. Restrukturisasi Dendeng Ikan Rucah Menggunakan Alginat. Prosiding Seminar Hasil-Hasil Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat. November 6-7 2006. Lembaga Penelitian. Universitas Lampung.
- Koesoemawardani, D dan F. Nurainy. 2008. Karakterisasi Konsentrat Protein Ikan Rucah. Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi- II. November 17-18. 2008. Universitas Lampung.
- Koesoemawardani, D dan F. Nurainy. 2009. Kajian Hidrolisat Protein Dari Ikan Rucah Sebagai Bahan Fortifikasi Makanan. Prosiding Seminar Hasil-Hasil Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat. 19 Oktober 2009. Lembaga Penelitian. Universitas Lampung. ISBN 978-979-8510-07-6. Hal : 131-138
- Koesoemawardani, D dan Susilawati. 2009. Masa Simpan Dendeng Giling Ikan Rucah Dengan Teknik Restrukturisasi Pada Suhu Kamar. Prosiding Seminar Nasional Sains MIPA dan Aplikasinya. ISSN : 2086-2342. 16-17 November. Universitas Lampung. Hal : 773 –782
- Koesoemawardani, D., F. Nurainy dan S. Hidayati. 2011. Optimasi Proses Pembuatan Hidrolisat Protein Menggunakan Enzim Papain dan Sifat Fungsionalnya. Vol. 13 (3) Juni 2011. *Jurnal Natur*. Universitas Riau. Hal : 256-261
- Murna Muzaiifa, Novi Safriani, Fahrizal Zakaria. 2012. Production of protein hydrolysates from fish byproduct prepared by enzymatic hydrolysis. *Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation International Journal of the Bioflux Society*. 5(1): 36-39.
- M. Chalamaiah, B. Dinesh Kumar, R. Hemalatha and T. Jyothirmayi. 2012. Fish protein hydrolysates: proximate composition, amino acid composition, antioxidant activities and applications: a review. *Food Chemistry*, 135, 3020-3038. DOI: 10.1016/j.foodchem.2012.06.100 · Source: PubMed.

Sinopsis

Ikan merupakan bahan pangan yang mudah rusak, sehingga dibutuhkan cara untuk meningkatkan kesegaran ikan maupun memperpanjang masa simpan olahan berbahan baku ikan. Pengawetan dan pengolahan tidak hanya pada ikan berukuran besar (ikan ekonomis), akan tetapi ikan berukuran kecil juga bisa diolah menjadi produk olahan ikan. Di antaranya adalah ikan rucah (*trash fish*), karena pada dasarnya kandungan gizi ikan rucah tidak berbeda dengan ikan ekonomis. Pengetahuan tentang dasar-dasar teknologi ikan adalah syarat untuk melakukan pengawetan dan pengolahan ikan dengan tepat.

Buku ini berisi tentang teknologi pengolahan ikan baik cara pengawetan maupun pengolahannya. Selain itu, dalam buku ini juga ditulis beberapa hasil penelitian penulis dan kawan-kawan satu tim. Beberapa hasil penelitian yang dilakukan penulis, dkk yaitu pembuatan hidrolisat protein ikan rucah, pembuatan konsentrat protein ikan rucah, aplikasi penggunaan hidrolisat dalam biskuit, dendeng giling ikan rucah, rusip ikan fermentasi, dan rusip bubuk.



Dyah Koesoemawardani, S.Pi., M.P. lahir di Semarang, 27 Oktober 1970, dosen di Jurusan Teknologi hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung sejak tahun 1995. Sarjana Perikanan diperoleh dari Universitas Diponegoro lulus tahun 1994, Magister Pertanian diperoleh dari Universitas Gadjah Mada lulus tahun 2001. Hingga sekarang mengeluti penelitian berbasis ikan.