
TEKNOLOGI PENGASAPAN IKAN TRADISIONAL

SEBAGIAN KEUNTUNGAN PENJUALAN AKAN DIDONASIKAN
UNTUK Mendukung KEGIATAN SOSIAL DI INDONESIA
www.intranspublishing.com

TEKNOLOGI PENGASAPAN IKAN TRADISIONAL

Dr. Ir. Fronthea Swastawati, M.Sc.

Intimedia
2018

TEKNOLOGI PENGASAPAN IKAN TRADISIONAL

Penulis:

Dr. Ir. Fronthea Swastawati, M.Sc.

Cover: Rahardian Tegar Lay Out: Nur Saadah**

Cetakan Pertama, Oktober 2018

ISBN: 978-602-1507-76-6

Diterbitkan Oleh:

Intimedia

Kelompok Intrans Publishing

Wisma Kalimetro

Jl. Joyosuko Metro 42 Malang, Jatim

Telp. 0341-573650, Fax. 0341-573650

Email Pernaskahan: redaksi.intrans@gmail.com

Email Pemasaran: intrans_malang@yahoo.com

Website: www.intranspublishing.com

Anggota IKAPI

Hak Cipta dilindungi oleh undang-undang. Dilarang mengutip atau memperbanyak baik sebagian ataupun keseluruhan isi buku dengan cara apapun tanpa izin tertulis dari penerbit.

Perpustakaan Nasional: Katalog Dalam Terbitan (KDT)

Fronthea Swastawati

Teknologi Pengasapan Ikan Tradisional/Penyusun, Fronthea Swastawati —

Cet.1.— Malang: Intrans Publishing, 2018

xiv + 100 ; 15,5 cm x 23 cm

1. Penyimpanan & Pengawetan Makanan—Pengasapan I. Judul II.
Perpustakaan Nasional

641.4

Didistribusikan oleh:

Cita Intrans Selaras

Pengantar Penulis . . .

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, atas limpahan karunia dan hidayah-Nya sehingga buku *Teknologi Pengasapan Ikan Tradisional* ini dapat terselesaikan dengan baik. Buku ini ditulis untuk memberikan wawasan kepada pembaca mengenai teknologi pengolahan ikan khususnya di bidang pengasapan ikan dan menambah pengetahuan tentang perikanan serta perkembangan ilmu di bidang ini.

Pengasapan ikan telah dikenal sejak jaman dahulu kala; yaitu sejak manusia mengenal api. Di Indonesia, sebagian besar atau hampir seluruhnya, proses pengasapan ikan secara tradisional mampu memberikan kontribusi ekonomi bagi para pengolah. Proses pengasapan ikan di Indonesia umumnya masih dilakukan secara tradisional, menggunakan alat-alat yang sederhana, serta kurang memperhatikan aspek sanitasi dan higienitas sehingga dapat membahayakan bagi kesehatan lingkungan. Kelemahan-kelemahan yang ditimbulkan

oleh pengasapan tradisional antara lain kenampakan yang kurang menarik (hangus sebagian), kontrol suhu yang sulit dilakukan, dan pencemaran udara (polusi). Melihat kelemahan-kelemahan yang ditimbulkan oleh pengasapan tradisional dewasa ini telah mulai dikembangkan beberapa alat pengasapan seperti tungku pengasapan yang dilengkapi dengan cerobong maupun lemari pengasapan sehingga proses pengasapan secara tradisional terlihat lebih saniter dan higienis.

Buku ini membahas tentang pengasapan ikan secara tradisional meliputi persiapan-persiapan yang harus dilakukan, proses pengasapan dari mulai persiapan bahan baku hingga pengemasan dan faktor-faktor yang memengaruhi pengasapan, pemilihan jenis kayu atau bahan pengasap, jenis pengasapan serta sanitasi *hygiene* dalam proses pengasapan ikan.

Akhir kata, dengan segala kerendahan hati penulis, bila ada kritik dan saran dari pembaca akan kami terima dengan senang hati. Tak lupa penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan baik berupa moril maupun materil sehingga terbitnya buku ini. Semoga apa yang telah kami terima dari semua pihak, mudah-mudahan mendapat imbalan dari Allah SWT dan menjadi amal baik bagi kita semua. *Amin yarobbal 'alamin.*

Semarang, Februari 2017

Tim Penulis

Pengantar Penerbit . . .

Bagi warga pesisir yang pekerjaan utamanya bergantung pada hasil laut, mengolah ikan baik dengan cara menggarami ataupun pengasapan ikan menjadi salah satu pekerjaan tambahan yang sangat membantu perekonomian keluarga; mengingat Ikan Asap masih sangat diminati oleh pasar karena rasanya yang cenderung lebih gurih dan tahan lama. Seiring berjalannya waktu, proses pengasapan tradisional ini dirasa memiliki kelemahan di antaranya; kebersihan pada ikan dan asap yang dapat menimbulkan polusi lingkungan. Alhasil banyak pengusaha ikan asap beralih pada pengasapan menggunakan alat instan. Namun, pasar masih lebih antusias pada ikan asap yang diolah secara tradisional.

Buku ini hadir menjelaskan rincian metode pengasapan tradisional mulai dari pemilihan bahan bakar, persiapan ikan yang akan diasap, pengemasan, hingga proses pengasapan secara higienis.

Harapan penerbit, buku ini akan bermanfaat bagi masyarakat yang terus bergerilya dalam usaha “Ikan Asap”, untuk menemukan teknik-teknik atau inovasi baru demi mengembangkan usaha, dan meningkatkan perekonomian keluarga.

Selamat membaca! Mari rebut perubahan dengan membaca!

Daftar Isi

Pengantar Penulis ... v
Pengantar Penerbit ... vii
Daftar Isi ... ix
Daftar Tabel ... xii
Daftar Gambar ... xiii

BAB 1: PENDAHULUAN ... 1

BAB 2: IKAN SEBAGAI BAHAN PANGAN ... 5

- A. Ruang Lingkup Dunia Perikanan ... 5
 - B. Sifat Ikan Sebagai Bahan Pangan ... 7
 - C. Struktur Daging Ikan ... 9
 - D. Proses Kemunduran Mutu Pada Ikan ... 13
-

BAB 3: KOMPOSISI KIMIA DAN NILAI GIZI IKAN ... 16

- A. Protein ... 18
 - B. Lemak ... 20
 - C. Vitamin ... 20
 - D. Mineral ... 21
 - E. Karbohidrat ... 21
 - F. Air ... 22
-

BAB 4: PRINSIP PENGASAPAN ... 23

- A. Pengasapan Dingin (*Cold Smoking*) ... 25
 - B. Pengasapan Panas (*Hot Smoking*) ... 26
-

BAB 5: KOMPOSISI KIMIA KAYU ... 27

- A. Sellulosa ... 28
 - B. Lignin ... 29
 - C. Hemiselulosa ... 29
-

BAB 6: PERANAN SENYAWA KIMIA ASAP DALAM PROSES PENGASAPAN ... 32

- A. Senyawa-senyawa Fenol ... 32
 - B. Senyawa-senyawa Karbonil ... 34
 - C. Senyawa-senyawa Asam Organik ... 34
 - D. Senyawa Formaldehid ... 35
 - E. Senyawa *Benzophyrene* ... 35
-

BAB 7: EFEK PENGASAPAN TERHADAP IKAN ... 38

- A. Efek Pengawetan ... 38
 - B. Efek Bakteriostatik ... 39
 - C. Efek Antioksidatif ... 39
 - D. Efek Terhadap Rasa ... 40
 - E. Efek Terhadap Warna ... 40
-

BAB 8: PROSES PENGASAPAN SECARA TRADISIONAL ... 42

- A. Pemilihan Bahan Baku ... 42
 - B. Pembelahan dan Pencucian ... 44
 - C. Penggaraman ... 45
 - D. Penirisan ... 47
 - E. Pengasapan Ikan ... 48
 - F. Pengepakan ... 50
 - G. Penyimpanan ... 51
-

BAB 9: FAKTOR-FAKTOR YANG MEMENGARUHI PROSES PENGASAPAN ... 52

BAB 10: ALAT PENGASAPAN IKAN TRADISIONAL ... 54

- A. Tungku Pengasapan ... 55
 - B. *Smoking Cabinet* ... 56
 - C. Oven Pengasapan dari Drum Bekas ... 57
 - D. Rumah Pengasapan ... 58
-

BAB 11: JENIS IKAN ASAP DI INDONESIA ... 60

- A. Ikan Salai ... 60
- B. Ikan Fufu ... 61

- C. Ikan Pe atau Ikan Panggang ... 62
 - D. Ikan Kayu ... 62
 - E. Ikan Roa ... 63
-

BAB 12: MUTU IKAN ASAP ... 65

BAB 13: PENINGKATAN MUTU IKAN ASAP TRADISIONAL ... 68

- A. Bangunan dan Fasilitas Tempat Produksi ... 68
 - B. Penanganan Bahan Baku ... 69
 - C. Penggunaan Insektisida ... 70
 - D. Pengepakan ... 70
-

BAB 14: PENGASAPAN IKAN DAN KARSINOGENIK ... 72

- A. Sumber PAH Pada Ikan Asap ... 72
 - B. Kandungan PAH dalam Ikan Asap ... 73
 - C. Komponen *N-nitrose Compounds* (NNC) ... 75
-

BAB 15: PENGARUH PENGASAPAN TERHADAP NUTRISI IKAN ... 78

- A. Kadar Protein Ikan asap ... 78
 - B. Kadar Lemak Ikan Asap ... 80
 - C. Kadar Air Ikan Asap ... 84
 - D. Kadar Abu Ikan Asap ... 86
 - E. Nilai pH ... 87
 - F. Nilai Asam Organik ... 88
-

BAB 16: REAKSI KIMIA SENSORI IKAN ASAP PADA PENGASAPAN PANAS ... 89

- A. Oksidasi Lemak ... 89
 - B. Kenampakan ... 90
-

Daftar Pustaka ... 96

Tentang Penulis ... 99

Daftar Tabel

- Tabel 1. Negara Pemasok Kebutuhan Potein dari Hasil Perikanan (Satuan Ton) Tahun 2011. ... 1
- Tabel 2. Data Jenis Produk Olahan Ikan di Indonesia Tahun 2007-2011 ... 2
- Tabel 3. Bagian-bagian Tubuh Ikan dan Manfaatnya ... 8
- Tabel 4. Jenis-jenis Mikroba yang Sering Terdapat dalam Produk Perikanan ... 14
- Tabel 5. Golongan Ikan dan Hasil Perikanan Lainnya Berdasarkan Komposisi Kimia ... 17
- Tabel 6. Jenis-jenis Asam Amino *Essential* dan *Nonesential* Pada Ikan ... 19
- Tabel 7. Komposisi Kimia Kayu ... 27
- Tabel 8. Komposisi dari Kondensasi Asap ... 31
- Tabel 9. Komposisi Kimia Asap Dari Proses Pengasapan Panas ... 31
- Tabel 10. Komposisi-Komposisi Fenol ... 33
- Tabel 11. Komponen PAH yang Terkandung dalam Asap Hasil Pembakaran Kayu ... 36
- Tabel 12. Ciri-ciri Ikan Segar dan Ikan Busuk ... 44
- Tabel 13. Kriteria Mutu Sensoris Ikan Asap ... 65
- Tabel 14. Persyaratan Mutu dan Keamanan Pangan Ikan Asap menurut SNI 2725: 2013 ... 66
- Tabel 15. Kandungan *Benzo(a)pyrene* Pada Ikan Asap ... 74
- Tabel 16. Kandungan *N-nitrosamine* (NNA) Pada Ikan Asap ... 75
- Tabel 17. Kandungan *N-nitrosodimethylamine* (NDMA) Pada Ikan Asap ... 76

Tabel 18. Kadar Protein Beberapa Jenis Ikan Asap ... 79
Tabel 19. Kadar Lemak Pada Beberapa Jenis Ikan Asap ... 81
Tabel 20. Kadar Air Pada Beberapa Jenis Ikan ... 85
Tabel 21. Kandungan Kadar Abu Pada Beberapa Jenis Ikan ... 86
Tabel 22. Nilai pH Pada Beberapa Jenis Ikan Asap ... 87

Daftar Gambar

Gambar 1. Klasifikasi Hasil Perikanan ... 6
Gambar 2a. Struktur Daging Ikan ... 9
Gambar 2b. Struktur Otot Daging Ikan ... 10
Gambar 2c. Myofibril Daging Ikan ... 11
Gambar 3a. Irisan vertikal daging ikan berdaging merah
(*Fatty fish*) ... 12
Gambar 3b. Irisan vertikal daging ikan berdaging putih (*White fish*)
dan berdaging merah (*Fatty fish*) ... 12
Gambar 4. Perbedaan Antara Daging Ikan dan Daging Sapi ... 13
Gambar 5. Bakteri *Pseudomonas* (Atas) yang Menyebabkan Bau
Busuk Pada Ikan ... 14
Gambar 6. Komposisi Kimia Daging Ikan ... 16
Gambar 7. Vitamin dan Mineral Pada Ikan ... 21
Gambar 8. Peristiwa Pemisahan Partikel Uap dan Partikel Padatan
dalam Proses Pengasapan Ikan (Burgess, 1965) ... 24
Gambar 9. Grafik Hubungan Antara Kadar Air dengan Aktivitas
Air ... 25
Gambar 10. Pengasapan Dingin (*Cold Smoking*) ... 26
Gambar 11. Pengasapan Panas (*Hot Smoking*) ... 26
Gambar 12. Struktur Kimia Komponen Utama Kayu ... 28
Gambar 13. Produk Kimia yang Berasal dari Lignin ... 29
Gambar 14. Rantai Atom *Benzopyrene* ... 36
Gambar 15. Bahan Baku Ikan Asap ... 43

- Gambar 16. Penyiangan Ikan ... 45
- Gambar 17. Pencucian Ikan ... 45
- Gambar 18. Penggaraman Kering ... 46
- Gambar 19. Penggaraman Basah (*Brine Salting*) ... 47
- Gambar 20. Contoh Penirisan Ikan Pada Proses Pengasapan ... 48
- Gambar 21. Proses Pengasapan ... 49
- Gambar 22. Contoh Pengemasan Ikan Asap ... 50
- Gambar 23. Tungku Pengasapan Sierra Leone ... 55
- Gambar 24. Cerobong Pengasapan ... 56
- Gambar 25. *Smoking Cabinet* ... 56
- Gambar 26. Alat Pengasapan dari Drum Bekas ... 58
- Gambar 27. Rumah Pengasapan ... 59
- Gambar 28. Ikan Salai ... 61
- Gambar 29. Ikan Cakalang Fufu ... 62
- Gambar 30. Ikan Pe (Ikan Panggang) ... 62
- Gambar 31. Ikan Kayu (*Katsubushi*) ... 63
- Gambar 32. Ikan Roa Asap ... 64
- Gambar 33. Mekanisme Oksidasi Lemak ... 82
- Gambar 34. Tahapan-tahapan Oksidasi Lemak ... 83
- Gambar 35. Mekanisme Oksidasi Asam Lemak ... 89
- Gambar 36. Mekanisme Terjadinya Reaksi *Maillard* ... 91
- Gambar 37. Reaksi Antara Gugus Aldehid Glukosa dengan Gugus Amino Lisin yang Terikat Pada Protein (Reaksi *Maillard* Tahap Awal) ... 92
- Gambar 38. Reaksi Gugus Aldehid Glukosa dengan Gugus Amino Pada Protein (Reaksi *Maillard* Tahap Lanjutan) ... 93

PENDAHULUAN

Indonesia, sebagai salah satu negara pemasok kebutuhan protein dunia yang berasal dari organisme perairan (*aquatic live*), menempati urutan ke-2 setelah Cina.

Tabel 1. Negara Pemasok Kebutuhan Potein dari Hasil Perikanan (Satuan Ton) Tahun 2011.

No	Country	Fish, crustaceans, molluscs etc	Aquatic plants	Total
1	China	54.393.323	11.823.615	66.216.938
2	Indonesia	8.426.105	5.175.680	13.601.785
3	India	8.874.999	4.500	8.879.499
4	Peru	8.340.682	5.801	8.346.483
5	USA	5.550.293	9.614	5.559.907
6	Vietnam	5.348.100	206.900	5.555.000
7	Philippines	3.130.508	1.841.291	4.971.799
8	Japan	4.317.937	437.516	4.755.453
9	Chile	4.018.294	418.190	4.436.484
10	Russian Fed	4.383.694	7.460	4.391.154
11	Myanmar	4.149.799	292	4.150.091
12	Norway	3.420.226	152.382	3.572.608
13	Korea Rep	2.254.050	1.007.070	3.261.120
14	Thailand	2.870.200	0	2.870.200
15	Malaysia	1.665.875	239.450	1.905.325
16	Mexico	1.703.495	5.072	1.708.567
17	Spain	1.265.418	263	1.265.681

18	Iceland	1.143.768	15.737	1.159.505
19	Canada	1.023.802	14.824	1.038.626

Sumber: www.fao.org

Hasil perikanan Indonesia pada umumnya dipasarkan dalam bentuk segar, namun produk-produk olahan pun sangat banyak variasinya; baik yang diolah secara tradisional maupun modern seperti ikan asin, ikan asap, terasi, kecap ikan, ikan kaleng, produk-produk beku dan lain-lain (tabel 2). Buku ini disajikan secara khusus untuk memberikan informasi tentang seluk-beluk proses pengolahan ikan dengan cara pengasapan tradisional mencakup bahan baku ikan, sumber asap kayu, senyawa-senyawa kimia dan lain-lain sampai pada nilai gizi dan manfaat bagi kesehatan konsumen.

Tabel 2. Data Jenis Produk Olahan Ikan di Indonesia Tahun 2007-2011

Olahan (ton)	Tahun				
	2007	2008	2009	2010	2011
Segar	1.456.309	1.251.615	1.137.989	1.303.755	1.272.233
Pengeringan/Peng garaman	473.679	471.709	433.732	425.118	472.858
Pemindangan	119.032	140.741	110.647	105.001	107.764
Peragian (Terasi, Peda, Kecap Ikan)	19.298	30.583	15.728	14.894	22.375
Pengasapan	70.970	72.198	84.939	81.861	101.158
Pembekuan	687.862	461.175	420.995	616.361	507.587
Pengalengan	45.580	40.350	40.238	25.820	11.884
Tepung Ikan	14.954	8.978	9.789	8.880	4.196
Olahan Lainnya	24.934	25.881	21.921	25.720	44.411

Sumber: Data Statistik Kelautan dan Perikanan (2011) yang Diolah.

Menurut data Kementerian Kelautan dan Perikanan (2011), jumlah produksi ikan di Indonesia pada tahun 2010 sebanyak 11.662.342 ton; produksi perikanan tangkap sebanyak 5.384.418 ton dan produksi perikanan budidaya sebanyak 6.277.924 ton. Dari jumlah tersebut, sebanyak 5.039.446 ton diproduksi sebagai produk olahan perikanan. Potensi perikanan tersebut menjadikan Indonesia sebagai produsen komoditas terbesar ke-5 setelah Amerika, Rusia, Cina, dan Jepang. Di Jawa Tengah, pengolahan ikan melalui proses pengasapan/pemanggangan ikan mencapai 30%, pemindangan 23%, penggaraman/pengeringan 19%, sedangkan sisanya menggunakan teknik lain. Hal

tersebut menunjukkan bahwa pengasapan merupakan teknik pengolahan yang banyak dilakukan di Indonesia.

Ikan asap merupakan salah satu produk olahan yang digemari konsumen karena rasanya yang khas dan aromanya yang sedap spesifik. Rasa ikan asap yang khas diperoleh dari senyawa-senyawa kimia yang terdapat dalam asap. Lebih dari 200 macam komponen asap telah ditemukan, tetapi komponen-komponen yang memegang peranan penting dalam proses pengasapan antara lain adalah komponen karbonil, asam-asam organik, alkohol, dan hidrokarbon.

Pengawetan ikan dengan cara pengasapan merupakan salah satu metode tertua dalam proses pengawetan makanan yang masih banyak dilakukan di Indonesia. Pada dasarnya, proses pengasapan ikan merupakan gabungan aktivitas penggaraman, pengeringan, dan pengasapan.

Untuk memproduksi ikan asap yang berkualitas baik, maka ikan yang digunakan harus baik. Ikan yang akan diasapi dapat berupa ikan segar yang baru ditangkap, atau yang sudah didinginkan atau dibekukan. Ikan asap dapat berbentuk utuh, fillet, pembelahan (bentuk kupu-kupu) atau bagian kepala dihilangkan bergantung pada ukuran ikan dan selera konsumen. Selain penggaraman, faktor lain yang dapat memengaruhi kualitas ikan asap adalah penirisan atau pengeringan pendahuluan "*predrying*". Hal ini diperlukan untuk mengeringkan permukaan ikan sebelum pengasapan berlangsung.

Proses pengasapan ikan di Indonesia umumnya masih dilakukan secara tradisional, menggunakan alat-alat sederhana, serta kurang memperhatikan aspek sanitasi dan higienis sehingga dapat merugikan kesehatan lingkungan. Kelemahan-kelemahan yang ditimbulkan oleh pengasapan tradisional antara lain kenampakan yang kurang menarik (hangus sebagian), kontrol suhu yang sulit dilakukan, dan pencemaran udara (polusi). Melihat kelemahan-kelemahan yang ditimbulkan oleh pengasapan tradisional, dewasa ini telah mulai dikembangkan beberapa alat pengasapan seperti tungku pengasapan yang dilengkapi dengan cerobong maupun lemari pengasapan sehingga proses pengasapan secara tradisional terlihat lebih saniter dan higienis.

Dalam buku ini akan dibahas mengenai pengasapan ikan secara tradisional meliputi persiapan-persiapan yang harus dilakukan, proses

pengasapan dari mulai persiapan bahan baku hingga pengemasan dan faktor-faktor yang memengaruhi pengasapan, pemilihan jenis kayu atau bahan pengasap, jenis pengasapan serta sanitasi *higienis* dalam proses pengasapan ikan. Tujuan penulisan buku ini adalah memberikan gambaran mengenai proses pengasapan ikan, khususnya proses pengasapan ikan secara tradisional. Sehingga produk ikan asap tradisional mempunyai kualitas yang lebih baik dan harga jual yang lebih tinggi.

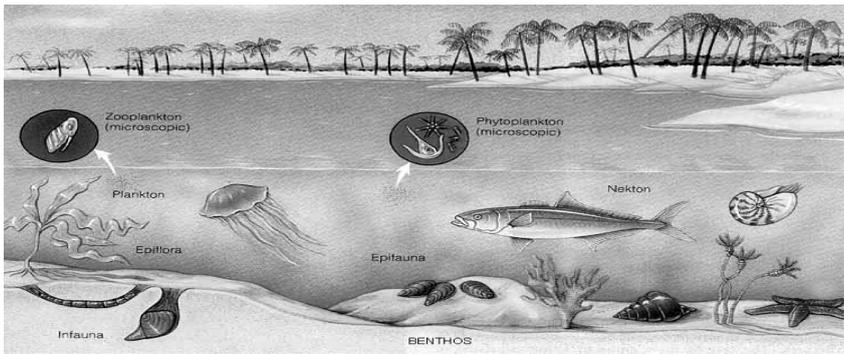
IKAN SEBAGAI BAHAN PANGAN

A. Ruang Lingkup Dunia Perikanan

Dunia perikanan mempunyai ruang lingkup yang luas meliputi seluruh organisme air atau *Aquatic life* yang hidup di lingkungan perairan, baik perairan samudera yang luas, pesisir pantai, sungai-sungai maupun danau-danau, dan perairan umum atau rawa-rawa. Kajian ilmu yang dipelajari di bidang perikanan meliputi manajemen sumber daya alam, tata cara dan peraturan bidang penangkapan ikan, upaya-upaya "*aquaculture*" atau budidaya dan juga kajian pengetahuan tentang pengawetan serta pengolahan ikan baik secara tradisional maupun modern.

Ikan yang dimaksud dalam buku ini mempunyai pengertian luas, yaitu meliputi sebagian besar hasil perairan. Secara garis besar, ikan dibagi menjadi tiga kelompok yaitu ikan bersirip (*fin fish*) yang berasal dari perairan tawar, payau, dan asin; seperti ikan tuna, kakap, tenggiri, bandeng, lele, nila, dan lain-lain (2) ikan tidak bersirip (*shell fish*), seperti udang, kerang, kepiting, rajungan, cumi-cumi, ubur-ubur, teripang, bulu babi dan masih banyak lainnya; dan (3) tanaman air seperti rumput laut dan alga. Jika dilihat dari ukurannya, dapat juga dibedakan menjadi hewan dan tumbuhan yang berukuran makro (dapat dilihat dengan mata) serta hewan dan tumbuhan yang

berukuran mikro (yang mikroskopis: misalnya zoo plankton, phyto plankton).



Gambar 1. Klasifikasi Hasil Perikanan

Sumber: <<http://dheinml.tripod.com/benthos.htm>> di akses pada 20 Maret 2014

1) Fitoplankton

Fitoplankton disebut juga plankton nabati, adalah tumbuhan yang hidupnya mengapung atau melayang di laut. Ukurannya sangat kecil sehingga tidak dapat dilihat oleh mata telanjang. Umumnya, fitoplankton berukuran 2-200 μm (1 μm = 0,001mm); contoh: Anabaena, Bacillaria, Chlorella, Closteridium, Closterium, dan Euglena.

2) Zooplankton

Zooplankton, disebut juga plankton hewani, adalah hewan yang hidupnya mengapung, atau melayang dalam laut. Zooplankton bersifat heterotrofik; tak dapat memproduksi sendiri bahan organik dari bahan inorganik. Ukurannya yang paling umum berkisar 0,2-2 mm; contoh: Annelida, Cnidaria, Chordata, Ctenophora, Crustaca, Mollusca, Echinodermata, dan Protozoa.

3) Nekton

Nekton merupakan organisme-organisme bergerak yang terdapat pada perairan, baik itu air tawar maupun air laut. Nekton merupakan organisme perairan makroskopis yang hidupnya melayang di perairan. Contoh: ikan tuna, ikan tenggiri, ikan kakap, ikan tongkol, ikan kerapu, ular laut, dan lain sebagainya.

4) Plankton

Plankton adalah makhluk (tumbuhan atau hewan) yang hidupnya mengapung, mengambang, atau melayang di dalam air yang kemampuan renangnya terbatas sehingga mudah terbawa arus. Termasuk dalam plankton adalah Anabaena, Bacillaria, Chlorella, Closteridium, Euglena, Annelida, Cnidaria, Chordata, Crustaca, Mollusca, Echinodermata, Protozoa, Bakterioplankton, dan Virioplankton

5) Bentos

Bentos merupakan sebuah organisme yang tinggal di dalam atau di dasar laut, dikenal sebagai zona bentik. Mereka tinggal di dekat laut atau endapan lingkungan, dari pasang surut di sepanjang tepi kolam, dan kemudian ke bawah abisal pada kedalaman. Contoh bentos yakni: Kerang, bulu babi, bintang laut, terumbu karang dan lain-lainya.

6) Epifauna

Epifauna adalah hewan yang hidup di atas permukaan sedimen atau tanah; contoh: Kepiting Berduri, Siput Laut, Bintang Laut.

7) Infauna

Infauna adalah hewan akuatik yang hidup di dasar substratum, bukan di permukaannya dan hidupnya dengan cara menggali lubang pada dasar lautan; contoh: Cacing Laut, Tiram, Macoma, Remis.

8) Epiflora

Epiflora adalah organisme atau tumbuhan yang mempunyai habitat atau tempat hidup di permukaan tanah dan bersimbiosis dengan tumbuhan yang lain; contoh: rumput laut, *Gracillaria*, *E. Cottoni* dan lain-lain.

B. Sifat Ikan Sebagai Bahan Pangan

Hasil-hasil perikanan merupakan salah satu pemasok kebutuhan protein (*protein intake*) bagi manusia. Daging ikan memiliki struktur protein yang hampir sama dengan struktur protein manusia sehingga mudah dicerna. Nutrisi ikan juga sangat lengkap. Selain protein, ikan juga mengandung lemak yang baik bagi kesehatan tubuh manusia.

Kandungan asam lemak omega 3 pada ikan sangat bermanfaat bagi pertumbuhan dan kecerdasan anak, bagi orang dewasa dapat terhindar dari berbagai penyakit yang berhubungan dengan peredaran darah, termasuk kanker. Komposisi gizi ikan dan hasil perikanan lainnya disajikan pada tabel 1.

Bagian Tubuh Ikan yang Dapat Dimakan (*Edibleportion*)

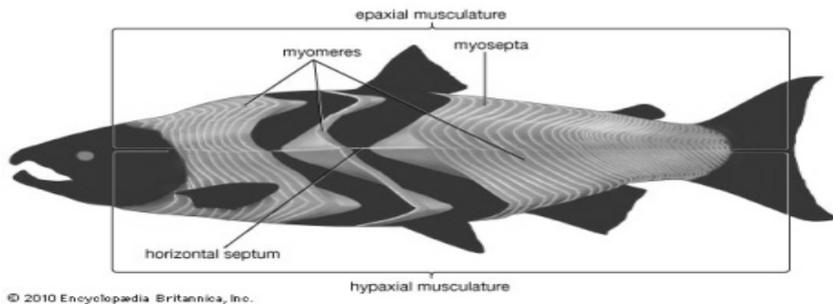
Ikan mempunyai berbagai ukuran dan sifat serta karakteristik yang spesifik; tergantung pada lingkungan, jenis kelamin, kondisi fisik, makanan dan lain-lain. Dengan kata lain, faktor-faktor internal dan eksternal sangat memengaruhi keadaan umur ikan termasuk warna kulit, sisik, tekstur daging, serta kandungan gizinya termasuk bagian tubuh ikan yang dapat dimakan. Secara umum, bagian tubuh ikan yang dapat dimakan (*edible portion*) berkisar antara 50-90%. Ikan pari mempunyai kandungan daging yang sedikit namun tulang rawannya dapat dimakan. *Edibleportion* pada cumi-cumi dan ubur-ubur sangat tinggi ($\pm > 90\%$) karena sebagian besar tubuhnya adalah daging dan air. *Edibleportion* dari beberapa jenis hasil perikanan disajikan pada tabel 2.

Tabel 3. Bagian-bagian Tubuh Ikan dan Manfaatnya

Bagian Tubuh	Komponen Utama	Manfaat
Daging Ikan	Protein, Lemak	Bahan Pangan
Telur Ikan	Protein, Lemak	Bahan pangan
Kepala Ikan	Protein, lemak, garam kalsium dan fosfat	Tepung ikan
Tulang, Sirip, Ekor, Cangkang	Garam Kalsium, fosfat, dan senyawa nitrogen	Tepung tulang atau tepung kalsium
Kulit	Kolagen	Lem, Gelatin, olahan dari kulit
Sisik	Kolagen, quanin	Lem, pearl essence
Kandung kemih	Kolagen	Lem
Hati	Senyawanitrogen, Vitamin A, D, B ₁₂	Minyak ikan, obat-obatan
Organ Pencernaan	Senyawa nitrogen, lemak, enzim	Tepung ikan, enzim, minyak ikan

Sumber: Hadiwiyoto (1993)

C. Struktur Daging Ikan



Gambar: 2a. Struktur Daging Ikan

Sumber: <<http://yuphyehahaa.blogspot.com>>, diakses pada tanggal 20 Maret 2014.

Keterangan:

1) *Epaxial musculature*

Epaxial musculature adalah setiap *myomer* yang terdiri dari bagian dorsal.

2) *Hypaxial musculature*

Hypaxial musculature adalah setiap *myomer* yang terdiri dari bagian ventral.

3) *Myomeres*

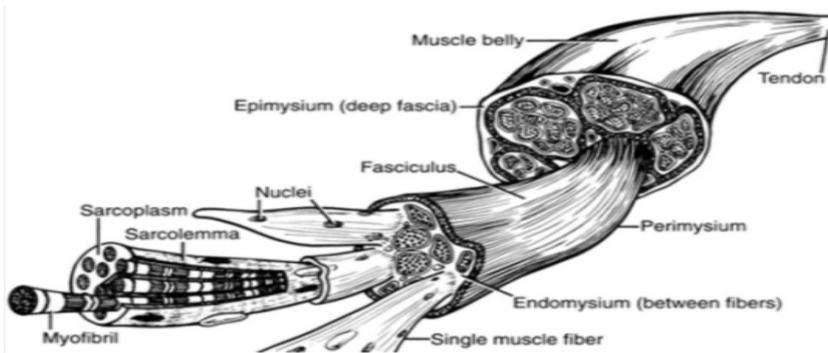
Myomeres adalah otot berbaris pada seluruh tubuh ikan terdiri dari kumpulan blok otot atau urat daging pada saat embrio. *Myomer* terbentang mulai dari tengkorak sampai ujung ekor yang berdaging.

4) *Myosepta*

Myosepta adalah pengikat pola kontraksi otot-otot pariental terdiri dari urutan *myomer* yang zig-zag.

5) *Horizontal Septum*

Horizontal Septum adalah jaringan ikat yang memisahkan bagian *Epaxial* dan *Hypaxial*. Pada bagian permukaan selaput ini terdapat urat daging yang menutupinya.



Gambar 2b. Struktur Otot Daging Ikan

Sumber: <http://yuphyehahaa.blogspot.com>>, diakses pada 20 Maret 2014

Keterangan:

1) Nukleus

Nukleus adalah organ terbesar sel, dengan ukuran diameter antara 10-20 nm. Nukleus memiliki bentuk bulat atau lonjong. Nukleus berperan penting dalam aktivitas sel, terutama dalam melakukan sintesis protein.

2) Tendon

Tendon adalah struktur dalam tubuh yang lentur tapi kuat yang menghubungkan otot ke tulang.

3) *Epimysium (deep fascia)*

Epimysium (deep fascia) adalah lapisan tebal yang tersusun menyelimuti keseluruhan bendel otot.

4) Fasciculus

Fasciculus adalah kesatuan otot yang lebih kecil. Terdiri dari *fasculus posterior* terbentuk dari tiga divisi *posterior* tiap *trunkus*, *fasciculus lateralis* terbentuk dari divisi *anterior* *trunkus anterior* dan *medialis* dan *fasciculus medialis* adalah kelanjutan dari *trunkus inferior*.

5) Sarcolemma

Sarcolemma adalah *membrane* yang melapisi suatu sel otot yang fungsinya sebagai pelindung otot.

6) Myofibril

Myofibril adalah serat-serat pada otot, lebih mudah dilihat pada penampang melintang yaitu tampak sebagai bintik-bintik yang dipisahkan oleh sitoplasma yang tercat pusat.

7) *Endomysium (between fibers)*

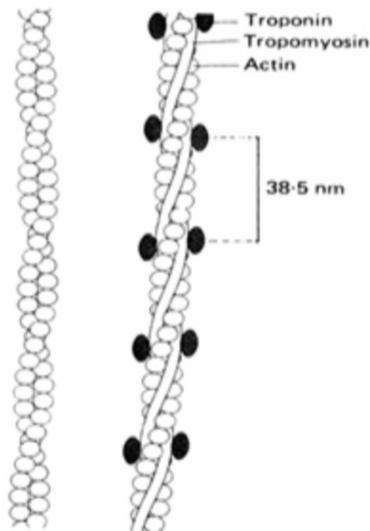
Endomysium adalah perancangan *perymysium* yang menyelubungi berkas otot yang lebih kecil lagi yaitu *myofibra*.

8) *Perimysium*

Perimysium adalah percabangan *epimysium* berupa sekat-sekat yang membungkus kesatuan otot yang lebih kecil.

9) Sarkoplasma

Sarkoplasma adalah cairan sel otot yang berfungsi sebagai tempat di mana myofibril dan miofilamen berada.



Gambar 2c. Myofibril Daging Ikan

Sumber: <<http://yuphyehahaa.blogspot.com>>, diakses pada 1 20 Maret 2014

Keterangan:

1) *Actin*

Actin tersusun dari tiga macam protein yaitu aktin, tropomiosin, dan troponin. Memiliki struktur dalam untaian kalung merjan bersama troponin, tropomiosin, yang semuanya merupakan bagian dari protein myofibril.

2) *Myosin*

Myosin berbentuk asimetrik, berbentuk batang tersusun atas enam subunit protein, molekul myosin utuh peka terhadap pemotongan enzim protolitik pada beberapa titik.

3) Tropomiosin

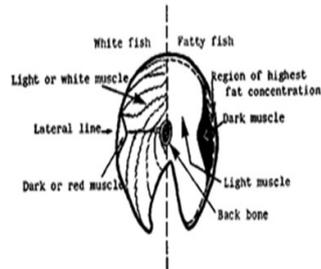
Tropomiosin adalah molekul berbentuk batang silinder tersusun dari dua rantai polipeptida.

4) Troponin

Troponin adalah protein asimetrik yang tersusun dari tiga sub-unit protein.



Gambar 3a. Irisan vertikal daging ikan berdaging merah (*Fatty fish*)



Gambar 3b. Irisan vertikal daging ikan berdaging putih (*White fish*) dan berdaging merah (*Fatty fish*)

Sumber: <<http://www.fao.org/>>, diakses pada 20 Maret 2014

Keterangan:

1) *Light or White Muscle* (Otot Putih)

Light or White Muscle yaitu otot yang tidak menggunakan oksigen dalam melepaskan ATP sehingga hasil metabolisminya berupa asam laktat. Otot putih tidak mampu beroksidasi karena digunakan untuk mengeluarkan energi dengan cepat dan kuat sehingga tidak memiliki kemampuan untuk beroksidasi.

2) *Lateral Line*

Lateral Line yaitu salah satu organ utama ikan yang mendeteksi getaran di bawah air dan mampu menentukan arah dari sumber mereka.

3) *Dark or Red Muscle* (otot merah)

Dark or Red Muscle yaitu sistem pembuluh darah dan kapiler yang lebih luas untuk menyediakan sejumlah oksigen ekstra yang digunakan dalam metabolisme oksidatif sebagai sumber energi otot; yang berarti mengombinasikan oksigen dengan berbagai

bahan makanan seluler untuk membebaskan ATP. Otot merah mampu beroksidasi karena memiliki sejumlah besar mitokondria, pembuluh kapiler, dan mioglobin.

4) Region of Highest Fat Concentration

Region of Highest Fat Concentration yaitu Bagian yang memiliki konsentrasi kandungan lemak yang paling tinggi.

5) Back Bone

Back Bone yaitu tulang belakang ikan, berasal dari sclerotome yang terletak di sekeliling *notochord* dan batang syaraf. Setiap pasangan *sclerotome* berdiferensiasi dan mengalami spesialisasi, membentuk empat pasang *arcualia* yang terletak di *dorsal* dan *ventral notochorda*. Dua pasang di dorsal, masing-masing adalah *basidorsal* yang terletak di *cranial* dan *interdorsal* yang terletak di *caudal*.

Gambar 4 menunjukkan perbedaan struktur horizontal daging ikan dan daging sapi. Daging sapi terlihat memiliki banyak jaringan pengikat dan serat-serat, sehingga menyebabkan daging sapi lebih liat dan memerlukan waktu memasak lebih lama dibandingkan dengan daging ikan.



Gambar 4. Perbedaan Antara Daging Ikan dan Daging Sapi

Sumber: <<http://billyjoeadam.wordpress.com>>, diakses pada 20 Maret 2014

D. Proses Kemunduran Mutu Ikan

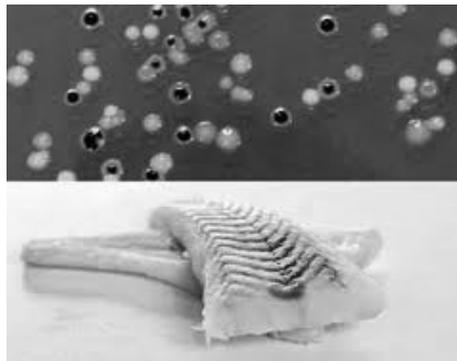
Ikan dan hasil perikanan pada umumnya sering dikategorikan dalam golongan *perishable food* yaitu jenis bahan pangan yang mudah mengalami kemunduran mutu atau penurunan kesegaran. Penurunan kesegaran ikan berkaitan dengan energi (glikogen) yang dikandungnya. Energi ikan menghambat penurunan kesegaran ikan dengan cara mempertahankan kerja otot. Selama ikan hidup, energi berasal dari pakan yang dikonsumsi atau cadangan di dalam tubuhnya. Pada

ikan mati, sumber utama energi hanya berasal dari cadangan di dalam tubuhnya (Liviawati dan Afrianto, 2010).

Tabel 4. Jenis-jenis Mikroba yang Sering Terdapat dalam Produk Perikanan

No	Nama Produk	Nama Bakteri
1	Ikan Segar	<i>Micrococcus, Pseudomonas, Flavobacter, Achromobacter. Clostridium Botulinum, Salmonella, Aeromonas. sp, Bacillus cereus,</i>
2	Ikan Asap	<i>Enterobacteria, Listeria monocytogenes, Salmonella, Vibrio parahaemolyticus, Stapylococcus aureus</i>
3	Ikan Asin	Mikroba Halotoleran: <i>Clostridium Botulinum, Stapylococcus Aureus, dan Vibrio Parahemoliticus</i>
4	Ikan Pindang	Bakteri Halofilik (suka garam): <i>Micrococcus, Stapylococcus, Bacillus, dan Acinetobacter.</i>
5	Ikan Peda	<i>Micrococcus, Bacillus, Sarcina, dan Stapylococcus. Sp.</i>
6	Kecap Ikan	<i>Micrococcus roseus, M. varians dan M. saprophyticus</i>
7	Kerang	<i>Enterobacteria</i>

Sumber: <<http://www.anneahira.com/bakteri-pembusuk.htm>>, diakses pada 25 Maret 2014



Gambar 5. Bakteri Pseudomonas (Atas) yang Menyebabkan Bau Busuk Pada Ikan

Sumber: <<http://www.underwatertimes.com>>, diakses pada 20 Maret 2014.

Kemunduran mutu ikan terjadi segera setelah ikan mati sebagai akibat dari perubahan-perubahan proses biokimiawi, mikrobiologis, dan fisik yang kompleks. Penyebab utama terjadinya kemunduran mutu ikan adalah reaksi enzim dan perkembangan biomikroba.

Di Negara tropis seperti Indonesia ikan dapat mengalami kemunduran mutu sekitar 12-20 jam setelah mati, tergantung pada

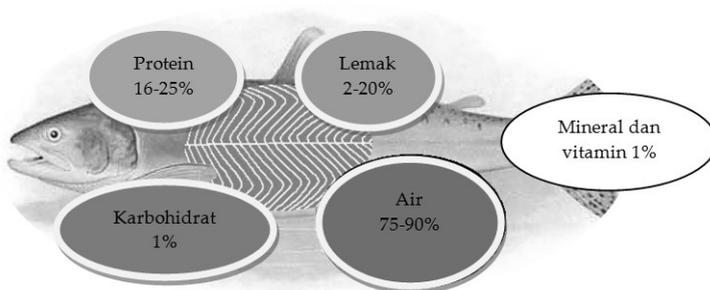
jenis ikan, cara penangkapan, daerah penangkapan, faktor biologis seperti kesehatan, kegemukan, kebiasaan makan, dan lain-lain. Ikan-ikan yang hidup diperairan dingin (subtropis) dapat bertahan hampir 2 hari (suhu $\pm 20^{\circ}\text{C}$) namun bila disimpan pada suhu $\pm 5^{\circ}\text{C}$ dapat bertahan hingga 5-6 hari (Clucas and Ward, 1996).

Peristiwa *enzymatic* dan perubahan-perubahan akibat metabolisme mikroba berdampak pada kerusakan fisik ikan, disebabkan oleh faktor eksternal: suhu, cahaya, faktor lingkungan: kelembapan, lingkungan kumuh. Cahaya dan udara dapat menyebabkan kerusakan proses ketengikan yang dapat dipercepat oleh ekspos cahaya lampu, sinar, dan perubahan-perubahan kimiawi berpengaruh kepada rusaknya struktur protein dan lemak dalam daging ikan dan melemahnya kemampuan jaringan otot untuk menahan air. Rusaknya protein biasanya disebut dengan denaturasi. Denaturasi protein adalah terjadinya degradasi asam amino yang dilanjutkan dengan terbentuknya senyawa-senyawa yang lebih sederhana.

Bab 3 ...

KOMPOSISI KIMIA DAN NILAI GIZI IKAN

Senyawa penyusun jaringan tubuh ikan terdiri dari protein, karbohidrat, lemak, vitamin, mineral, dan sebagainya (Gambar 6). Unsur-unsur anorganik terbanyak yang terdapat pada daging ikan antara lain kalsium, fosfor, dan sulfur. Tubuh ikan mengandung komponen protein yang tersusun oleh asam-asam amino yang sangat diperlukan oleh tubuh manusia dalam proses metabolisme. Di samping itu, tubuh ikan juga kaya lemak; tersusun oleh asam-asam lemak yang banyak manfaatnya bagi kesehatan manusia terutama kandungan asam lemak omega 3 dibanding karbohidrat yang jumlahnya sedikit.



Gambar 6. Komposisi Kimia Daging Ikan

Sumber: <<http://teknologihasilperikanan-unsri.blogspot.com/>>, diakses 20 Maret 2014.

Ikan dan hasil perikanan lainnya merupakan sumber protein dan lemak hewani dan nabati dari lingkungan perairan dengan komposisi bervariasi antara spesies yang satu dengan yang lain. Komposisi kimia ikan dan hasil perairan lainnya dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Golongan Ikan dan Hasil Perikanan Lainnya Berdasarkan Komposisi Kimia

Jenis Ikan	P (%)	L (%)	Kar (%)	Ka (mg)	F (mg)	Z. B (mg)	V. A (IU)	V. B1 (mg)	Vit. C (mg)	Kal (kkal)
Bandeng	20	4,8	0	20	150	2	150	0,05	0	129
Belida	16,5	5,3	0,4	52	216	1,1	233	0,1	0	120
Kembung	22	1	0	20	200	1	30	0,05	0	103
Kuro	16	2,2	1	75	136	1	21	0,04	0	87
Selar	18,8	2,2	0	240	179	1	150	0,37	0	100
Lemuru	20	3	0	20	100	1	100	0,05	0	112
Mujair	18,7	1	0	96	209	1,5	20	0,03	0	89
Manyung	17,9	2	0,4	40	100	2,5	68	0,1	0	97
Mas	18,1	0	0	20	0	2	150	0,5	0	182
Udang	21	0,2	0,1	136	170	8	60	0,01	0	91
Kakap	20	0,7	0	20	200	1	30	0,05	0	92
Bawal	19	1,7	0	20	150	2	150	0,05	0	96

Sumber: <<http://www.organisasi.org>>, diakses 20 Maret 2014

Keterangan:

- 1) P : Protein(%)
- 2) L : Lemak(%)
- 3) Kar : Karbohidrat(%)
- 4) Ka : Kalsium(mg)
- 5) F : Fosfor(mg)
- 6) Z.B : Zat Besi(mg)
- 7) V.A : Vitamin A (IU)
- 8) V. B1: Vitamin B1(mg)
- 9) V.C : Vitamin C (mg)
- 10) Kal : Kalori (kkal)

Komponen penyusun secara kuantitas dan kualitas dipengaruhi oleh faktor internal antara lain yaitu spesies, umur, jenis kelamin, sifat keturunan, dan faktor eksternal seperti tempat hidup (*fishing ground*), musim, cuaca, iklim, dan jenis makanan yang dimakan.

A. Protein

Protein secara kimiawi sebagian besar tersusun oleh unsur-unsur organik, yaitu oksigen (75%), hidrogen (10%), karbon (9,5%), dan nitrogen (2,5%). Protein ikan menyediakan lebih kurang 2/3 dari kebutuhan protein hewani yang diperlukan oleh manusia. Kandungan protein ikan relatif besar, yaitu antara 16-25%/100 gram. Komponen ini merupakan komponen terbesar kedua setelah air. Protein ikan secara umum dapat digolongkan menjadi tiga macam yaitu protein miofibril, protein sarkoplasma, dan protein stroma (Suzuki, 1981).

1. Protein Miofibril

Protein miofibril merupakan bagian protein ikan yang terbesar dan larut dalam larutan garam. Protein ini terdiri dari miosin, aktin, tropomiosin, serta aktomiosin yang merupakan gabungan aktin dan miosin (Hadiwiyoto, 1993). Protein miosin sangat berperan dalam pembentukan gel terutama pada proses koagulasi terbentuknya aktomiosin. Protein miofibril dapat diekstrak dari daging ikan dengan penambahan garam 2-3,5% (Fardiaz, 1985). Pada umumnya protein yang larut dalam garam lebih efisien sebagai pengemulsi dibandingkan dengan protein yang larut dalam air (Junianto, 2003).

2. Protein Sarkoplasma

Protein sarkoplasma adalah golongan protein ikan yang mengandung bermacam-macam protein yang larut dalam air yang disebut miogen. Protein sarkoplasma atau miogen terdiri dari albumin, mioalbumin, dan mioprotein. Kandungan sarkoplasma dalam daging ikan bervariasi selain tergantung dari jenis ikannya juga tergantung habitat ikan tersebut. Protein sarkoplasma merupakan penamaan terhadap protein yang terdapat dalam sarkoplasma. Protein sarkoplasma dapat menghambat pembentukan gel ikan pada waktu ikan itu hidup, berfungsi dalam menyintesis senyawa-senyawa yang diperlukan tubuh ikan dan setelah ikan mati fungsi enzim berubah menjadi komponen pembusuk ikan (Junianto, 2003).

3. Protein Stroma

Stroma merupakan bagian terkecil dari protein yang membentuk jaringan ikat, protein ini tidak dapat diekstrak dengan air, larutan asam, larutan alkali, atau larutan garam. Stroma terdiri dari kalagen

dan elastin; keduanya merupakan protein yang terdapat dibagian luar otot. Daging merah ikan umumnya mengandung banyak stroma, tetapi lebih sedikit mengandung sarkoplasma jika dibandingkan dengan daging putih ikan. Daging merah terdapat di sepanjang tulang ikan bagian dalam, sedangkan daging putih terdapat di hampir seluruh bagian tubuh ikan (Hadiwiyoto, 1993).

Kandungan protein dan lemak ikan biasanya berbanding terbalik dengan kandungan air. Ikan dengan kandungan protein dan lemak yang tinggi biasanya mempunyai kandungan air yang cenderung rendah. Protein memegang peranan penting pada pembentukan jaringan dan berfungsi sebagai penghasil energi pada proses metabolisme tubuh manusia. Protein ikan banyak mengandung asam amino baik asam amino *essential* maupun asam amino *nonessential*. Jenis dan jumlah asam amino pada daging ikan rata-rata sama dengan yang terdapat pada daging sapi, tetapi daging ikan mempunyai kelebihan pada kandungan argininnya yang lebih banyak apabila dibandingkan dengan daging sapi, sedangkan daging sapi mempunyai kandungan lisin dan histidin yang lebih banyak. Kandungan asam amino esensial pada daging ikan dapat dikatakan sempurna, artinya semua jenis asam amino esensial terdapat pada daging ikan (Pigot dan Tucker, 1990). Jenis-jenis asam amino esensial daging ikan dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Jenis-jenis Asam Amino *Essential* dan *Nonessential* Pada Ikan

Jenis Ikan	Ikan Lele	Ikan Karper	Ikan Nila	Ikan Trout	Ikan Salmon
Asam Amino					
Arginin (%)	1,2	1,31	1,18	1,5	2,04
Histidin (%)	0,42	0,64	0,48	0,7	0,61
Isoleusin (%)	0,73	0,76	0,87	0,9	0,75
Leusin (%)	0,98	1,00	0,95	1,4	1,33
Lisin (%)	1,43	1,74	1,43	1,8	1,70
Methionin + sitin (%)	0,64	0,94	0,90	1,0	1,36
Fenilalanin + tirosin (%)	1,4	1,98	1,55	1,8	1,73

Fenilalanin + tirosin (%)	1,4	1,98	1,55	1,8	1,73
Treonin (%)	0,56	1,19	1,05	0,8	0,75
Tiptofan (%)	0,14	0,24	0,28	0,2	0,17
Valin (%)	0,84	1,10	0,78	1,2	1,09

Sumber: <<http://masayugita.blogspot.com/kebutuhan-asam-amino-bagi-ikan.html>>

B. Lemak

Lemak merupakan bagian penghasil energi terbesar dibandingkan dengan zat-zat makanan lainnya. Kandungan lemak dalam tubuh ikan berkisar antara 1-15% dari berat ikan. Ikan dengan kandungan lemak 2,5-8% dikatakan ikan gemuk, ikan berlemak sedang apabila kandungan lemaknya antara 0,5-2,5%, sedangkan ikan kurus mempunyai kandungan lemak kurang dari 0,5%. Contoh ikan berlemak atau ikan gemuk adalah ikan Tuna, Salem, Herring, Makarel, Bandeng, Lele, dan Belut. Ikan Tenggiri dan ikan Hiu termasuk ikan berlemak sedang, sedangkan yang termasuk ikan kurus adalah ikan Kod, ikan Kembung, Kepiting, Lobster, Oyster, dan Kerang.

Jenis-jenis asam lemak pada daging ikan lebih banyak daripada daging hewan darat. Lemak daging ikan mengandung asam-asam lemak jenuh dengan panjang rantai C14-C22 dan asam-asam lemak tidak jenuh dengan jumlah ikatan rangkap 1-6. Lemak ikan kaya akan asam lemak tak jenuh yang mengandung HDL (*High Density Lipoprotein*) (kolesterol yang baik) yang dapat mencegah terjadinya penyumbatan pembuluh darah/*athero scleriosis*, dan juga kaya akan kandungan *Eicosapentaenoic acid* dan *Dekosaheksaenoic acid* (EPA & DHA) omega-3. Kandungan DHA dan EPA nya sangat baik untuk perkembangan sel-sel otak yang berguna bagi kecerdasan dan baik bagi retina mata untuk mempertajam penglihatan.

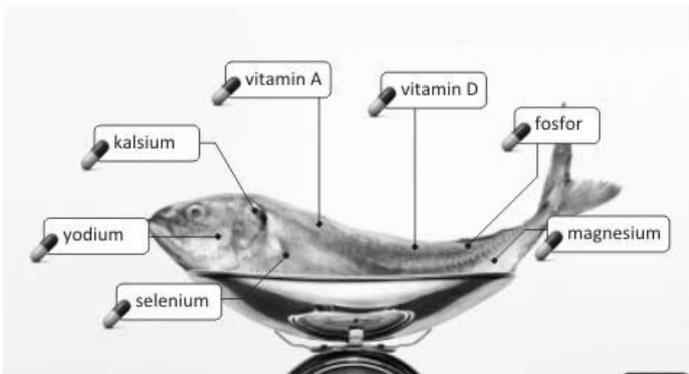
C. Vitamin

Ikan laut seperti cakalang, tuna, tongkol, dan lain-lain dikenal mengandung vitamin B12 yang berfungsi dalam metabolisme lemak, melindungi jantung dan kerusakan syaraf. Vitamin yang terkandung dalam tubuh ikan meski dalam jumlah sedikit, namun hampir semua jenis vitamin dapat ditemukan. Vitamin A dapat ditemukan pada minyak hati ikan, sedangkan tulang-tulang rawan ikan mengandung vitamin D. Kandungan vitamin beberapa jenis ikan disajikan pada tabel 3.

D. Mineral

Mineral mempunyai peranan yang penting bagi tubuh manusia karena berfungsi dalam pembentukan tulang dan gigi. Pemenuhan kebutuhan mineral pada manusia dapat diperoleh dengan mengonsumsi ikan. Beberapa mineral yang terkandung di dalam ikan laut dapat membantu menjaga kesehatan. Zat besi dapat mencegah anemia sedangkan kandungan yodium dapat mencegah penyakit gondok dan membantu pertumbuhan anak serta meningkatkan kecerdasannya. Kandungan selenium dapat membantu metabolisme tubuh, sebagai anti-oksidan, dan mencegah penyakit degeneratif. Selenium dengan Vitamin E dapat membantu elastisitas jaringan tubuh sehingga dapat mencegah terjadinya Penuaan Prematur yaitu suatu kondisi di mana seseorang terlihat lebih tua dari usianya. Sedangkan kandungan seng dapat membantu pembentukan enzim dan hormon dalam tubuh (<<http://bidanku.com/kandungan-nutrisi-ikan-laut-untuk-kesehatan>>, 2014).

Kandungan mineral beberapa jenis ikan dan produk perikanan lainnya disajikan pada gambar 7.



Gambar 7. Vitamin dan Mineral Pada Ikan

Sumber: <www.klikdokter.com>, diakses pada 20 Maret 2014

E. Karbohidrat

Karbohidrat adalah zat gizi makro ikan yang terdapat dalam jumlah paling sedikit dibandingkan dengan protein dan lemak. Oleh karena itu dapat dikatakan bahwa untuk kebutuhan karbohidrat dalam proses metabolisme pada manusia tidak dapat mengandalkan dengan hanya memakan ikan. Namun, beberapa jenis senyawa

penyusun karbohidrat pada ikan memegang peranan penting selama proses pengolahan. Pada umumnya karbohidrat dalam daging ikan berbentuk polisakarida. Komponen terbanyak adalah glikogen yang merupakan polimer dari glukosa. *Crustacea* dan ikan hidup mengandung sekitar 0,1-1% glikogen, sementara jenis *molusca* mengandung glikogen lebih tinggi yaitu sekitar 1-7% tergantung pada musim. Namun, jumlah ini akan segera turun drastis setelah ikan mati. Proses penurunan glikogen dapat berlangsung lebih cepat bila ikan dalam keadaan depresi/stres akibat proses penangkapan (Clucas and Ward, 1996).

F. Air

Air merupakan komponen penyusun yang paling besar dalam tubuh ikan. Kandungan air dalam tubuh ikan bisa mencapai 80%. Dalam tubuh ikan terdapat air bebas dan air terikat. Air bebas terdapat pada ruang-ruang antarsel dan plasma. Air bebas ini dapat melarutkan berbagai vitamin, mineral, dan senyawa-senyawa mineral dan senyawa nitrogen tertentu. Air terikat terdapat dalam beberapa bentuk, yaitu:

- 1) Terikat secara kimiawi atau molekuler misalnya bersama-sama dengan protein atau senyawa-senyawa kompleks lainnya.
- 2) Terikat secara fisikokimiawi yang disebabkan karena adanya tekanan osmosa atau adanya absorpsi.
- 3) Terikat karena daya kapiler.

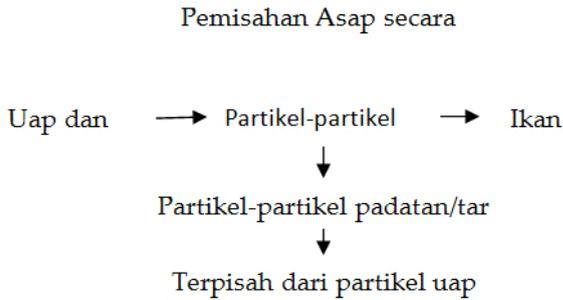
PRINSIP PENGASAPAN

Asap kayu mengandung dua komponen partikel asap yang disebut dengan *vapours* dan kumpulan padatan atau *droplets*. Dalam asap, baik uap maupun padatan, terdapat ratusan ribu unsur kimia. Komponen kimia yang terdapat pada uap dan padatan mempunyai jenis yang sama meskipun dalam jumlah yang berbeda tergantung dari jenis kayu yang digunakan. Proses pelepasan atau pemisahan komponen padatan dan komponen uap disebut dengan proses pengendapan elektrostatis atau "*electrostatic precipitation*".

Bahan utama yang melekat dan meresap pada tubuh ikan pada proses pengasapan adalah uap, sedangkan partikel padatan tidak diperlukan. Substansi-substansi uap pada permukaan tubuh ikan akan larut. Semakin tinggi kadar air ikan, semakin cepat dan semakin banyak substansi asap yang mengalir pada permukaan tubuh ikan, dan semakin cepat komponen-komponen kimia yang terserap. Proses pemisahan secara elektrostatis ini dapat digambarkan pada Gambar 8.

Pada prinsipnya proses pengasapan merupakan gabungan dari proses penggaraman (*brining*), pengeringan atau pemanasan (*drying*), dan pengasapan (*smoking*). Sebelum ikan diasapi biasanya dilakukan penggaraman atau perendaman dalam larutan garam pada konsentrasi tertentu. Tujuan dari penggaraman adalah untuk membantu

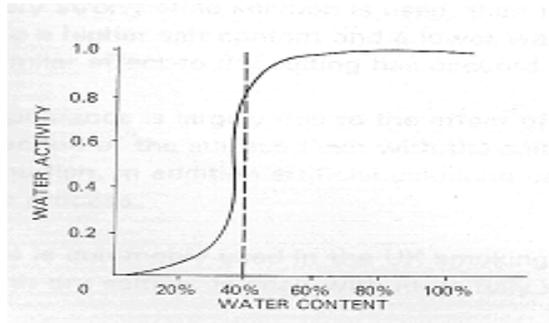
proses pengawetan ikan karena garam mempunyai fungsi bakteriosidal sehingga dapat membunuh mikroorganisme pembusuk. Di samping itu garam mempunyai peranan sebagai pemberi rasa, pembentuk tekstur dan juga membantu mempermudah melekatnya partikel-partikel asap kedalam tubuh ikan.



Gambar 8. Peristiwa Pemisahan Partikel Uap dan Partikel Padatan dalam Proses Pengasapan Ikan (Burgess, 1965).

Dalam proses pemanasan terjadi proses penarikan air dari jaringan tubuh ikan atau evaporasi yang dapat menurunkan kadar air pada tubuh ikan. Penurunan kadar air akan memperkecil kemungkinan terjadinya kerusakan kimiawi maupun mikrobiologi pada tubuh ikan. Kecepatan proses penarikan air (*drying rate*) dapat berlangsung dalam dua tahapan yaitu:

- 1) *Constant drying rate* atau kecepatan penurunan kadar air dari permukaan tubuh ikan secara konstan. Kecepatan penurunan kadar air ini akan meningkat bila kecepatan gerakan udara di atas permukaan tubuh ikan meningkat.
- 2) *Falling drying rate* atau penurunan kadar air yang sangat cepat. Kecepatan ini tergantung pada kecepatan pergerakan air dari bagian dalam permukaan tubuh ikan. Hal-hal yang mempengaruhi antara lain:
 - Keadaan atau kondisi daging ikan (semakin segar kondisi ikan maka proses penarikan air dalam tubuh ikan semakin lama);
 - Ketebalan daging ikan (semakin tebal daging ikan, maka semakin lama proses penarikan air dalam tubuh ikan);
 - Temperatur (Semakin tinggi temperatur maka semakin cepat pergerakan air dari dalam permukaan tubuh ikan).



Gambar 9. Grafik Hubungan Antara Kadar Air dengan Aktivitas Air.

Falling drying rate akan menurunkan kadar air sehingga ikan menjadi awet. Di samping itu, senyawa kimia asap sangat penting dalam membunuh bakteri dan mencegah terjadinya oksidasi lemak yang terdapat dalam tubuh ikan. Semua keadaan ini menyebabkan ikan menjadi awet dan menunda kerusakan atau kemunduran mutu ikan. Dengan demikian, efek yang penting dari proses pengasapan adalah pelekatan-pelekatan partikel kimia asap yang berbentuk uap ke dalam tubuh ikan. Senyawa kimia yang sangat penting tersebut adalah *phenol* dan *formaldehid*. Reaksi kimia dari asap menyebabkan sebagian dari bakteri mati dan yang lain terhambat aktivitasnya. Selanjutnya proses pengasapan akan menghasilkan penetrasi senyawa kimia ke dalam tubuh ikan dan hilangnya sebagian cairan tubuh ikan. Lapisan senyawa kimia ini akan menghambat masuknya oksigen dari udara di sekelilingnya ke dalam tubuh ikan yang dapat menyebabkan ketengikan atau oksidasi. Lapisan penghambat ini disebut dengan *barrier oksidasi*.

Pada prinsipnya terdapat dua cara pengasapan utama yang biasa dilakukan yakni pengasapan dingin (*cold smoking*) dan pengasapan panas (*hot smoking*).

A. Pengasapan Dingin (*Cold Smoking*)

Proses pengasapan dingin biasanya dilakukan pada suhu tidak lebih dari 30-40°C sehingga ikan belum masak dan belum siap untuk dikonsumsi. Pengurangan kadar air dari dalam tubuh ikan tidak cukup untuk pengawetan, meskipun sebagian bakteri permukaan tubuh ikan mati. Pengasapan dingin ini umumnya ditujukan untuk

memperoleh rasa dan kenampakan spesifik dari ikan asap. Selanjutnya, untuk memperpanjang daya awetnya, dilakukan penyimpanan dingin atau pembekuan. Pengasapan dingin yang dilakukan dalam waktu yang relatif lama (mulai dari beberapa jam sampai beberapa hari) dapat menghasilkan produk ikan asap yang lebih awet daripada ikan asap yang diolah dengan pengasapan panas dalam waktu beberapa jam saja.



Gambar 10. Pengasapan Dingin (*Cold Smoking*)

B. Pengasapan Panas (*Hot Smoking*)

Pada pengasapan panas, suhu asap mencapai 120°C atau lebih dan suhu pada daging ikan bagian dalam dapat mencapai 60°C . Proses pengasapan ini berlangsung cepat antara 2-3 jam. Kadar air ikan asap yang dihasilkan relatif masih tinggi, sehingga daya awetnya lebih rendah daripada yang dihasilkan dengan cara pengasapan dingin. Pengasapan panas biasanya menghasilkan ikan asap yang mempunyai rasa yang baik, untuk memperoleh rasa ikan asap yang diinginkan, perlu dilakukan variasi pada penggaraman dan perlakuan-perlakuan pendahulunya.



Gambar 11. Pengasapan Panas (*Hot Smoking*)

KOMPOSISI KIMIA KAYU

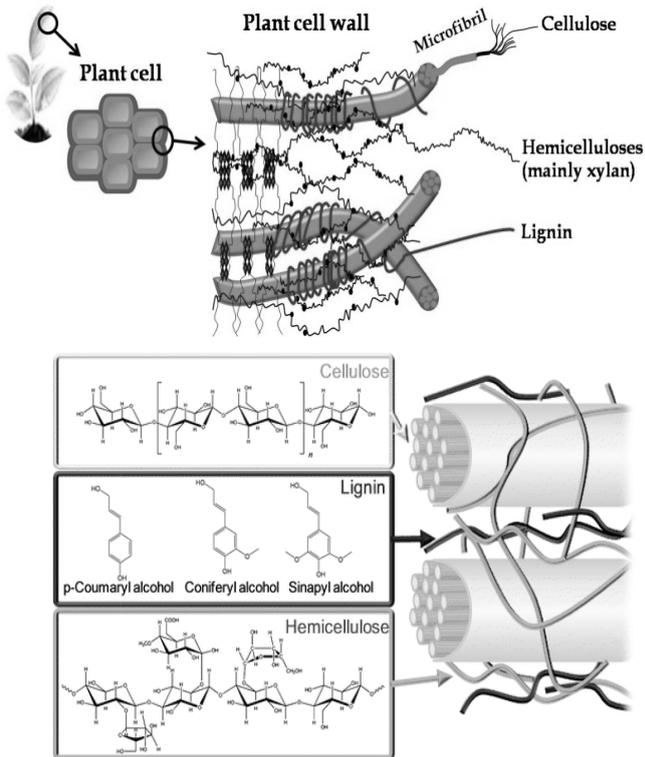
Reaksi kimia yang terjadi selama proses pengasapan antara lain *kondensasi, polimerisasi, esterifikasi*, dan lain-lain. Peristiwa ini akan memengaruhi kondisi tubuh ikan baik secara kualitatif, misalnya daya awet, maupun secara kuantitatif misalnya perubahan komposisi dan kandungan unsur kimia ikan. Beberapa kandungan komponen kimia kayu dan asap disajikan pada tabel 7 di bawah ini.

Tabel 7. Komposisi Kimia Kayu

Komponen	Kayu Keras (% berat kering)	Kayu Berpori (% berat kering)
Sellulosa	43-56	54-58
Lignin	18-24	26-29
Hemisellulosa		
- Pentosan	22-25	10-11
- Heksosan	3-6	12-14
Resin	1,8-3	2-3,5
Protein	0,6-1,9	0,7-0,8
Abu	0,3-1,2	0,4-0,8

Sumber: Zaitsev *et al.* 1969

Adapun gambar struktur kimia dari tiga komponen utama kayu adalah sebagai berikut:



Gambar 12. Struktur Kimia Komponen Utama Kayu

Sumber: <<http://pubs.rsc.org>>

A. Sellulosa

Sellulosa adalah serat-serat seluler yang merupakan bagian terbesar dari kayu. Sellulosa mengandung polisakarida, pada temperatur 280°C sellulosa dapat mengalami proses hidrolisa yang menghasilkan glukosa. Mekanisme terbentuknya glukosa adalah sebagai berikut.



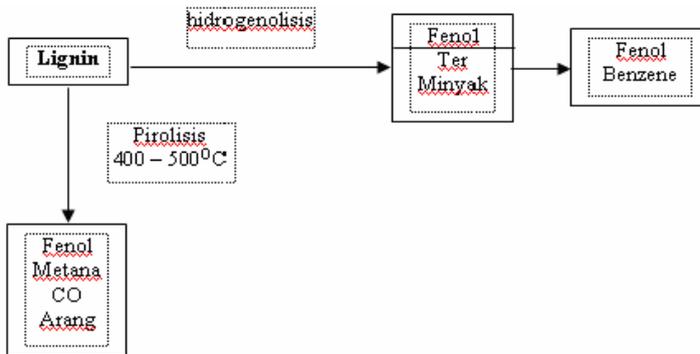
Selanjutnya, glukosa akan berubah menjadi *oksimetilfurfural* yang merupakan senyawa yang tidak stabil dan mudah berubah menjadi asam-asam yang membantu memberikan warna pada ikan asap. Kadang-kadang sellulosa bersama-sama lignin membentuk *furan* dan *fenol*.

B. Lignin

Lignin adalah bagian dari dinding sel kayu yang dihasilkan dari pirolisis menjadi *metil alkohol*, dengan mekanisme sebagai berikut:



Lignin lebih tahan panas bila dibandingkan dengan selulose dan mulai mengalami disosiasi pada suhu 350°C. Lignin yang mengalami proses pirolisis akan menghasilkan tar dan metil ester dari pirogallol. Tar yang dihasilkan dari pembakaran lignin mengandung senyawa guaiakol (*2-metoksifenol*), siringol (*1,6-metoksifenol*) dan homolog serta derivatnya. Senyawa-senyawa tersebut berperan penting pada cita rasa dan aroma ikan asap (Girard, 1992).



Gambar 13. Produk Kimia yang Berasal dari Lignin

C. Hemiselulosa

Hemiselulosa yaitu bagian dari kayu yang mengandung pentosan ($C_5H_8O_4$)_n dan heksosan ($C_6H_{10}O_5$)_r, sebagai hasil hidrolisa polisakarida-polisakarida yang menghasilkan pentosa dan heksosa. Pada kayu keras, pentosan terdapat lebih banyak daripada heksosan, sedangkan pada kayu berpori pentosan dan heksosan terdapat dalam proporsi yang sama. Pada kayu buah-buahan, kadar hemiselulosa sekitar 31-38% dan kualitasnya cukup baik untuk pengasapan. Jenis kayu berpori mengandung resin lebih tinggi bila dibandingkan dengan kayu keras. Pirolisa pentosan akan menghasilkan furfural, furan, dan derivatnya bersama-sama dengan rantai panjang asam karboksilat sedangkan pirolisa heksosan bersama-sama dengan selulosa membentuk asam asetat dan homolognya (Girard, 1992; Young Hun-Park, dkk., 2008).

Tidak semua jenis kayu dapat digunakan sebagai sumber asap, hanya beberapa bahan bakar yang baik digunakan pada proses pengasapan, di antaranya adalah jenis-jenis kayu keras (*hard wood*) misalnya dari pohon buah-buahan, baik berupa potongan-potongan kayu, tatal, maupun serbuk gergaji. Biasanya jenis kayu yang digunakan oleh para pengolah ikan adalah kayu yang mudah didapat di lingkungan daerah mereka. Tempurung dan serabut kelapa banyak digunakan sebagai bahan bakar pengasapan, karena mudah didapatkan, murah, dan dapat menghasilkan aroma dan rasa ikan asap yang sedap. Selain tempurung dan serabut kelapa, jenis kayu keras yang dapat digunakan adalah kayu jati, kayu mahoni, kayu ulin, dan kayu buah-buahan seperti kayu dari pohon buah mangga rambutan dan lain-lain. Di negara-negara maju biasanya bahan bakar digunakan jenis kayu *beech* dan *oak* dalam bentuk serbuk gergaji.

Asap dari pembakaran serbuk kayu mengandung *formaldehid*, *aldehid*, *asam asetat*, *metil alkohol* dan *tar* yang tinggi. Komposisi asap dipengaruhi oleh berbagai faktor, yaitu temperatur pada pembakaran kayu, model atau tipe dan ukuran tungku, jenis kayu dan kekeringannya.

Untuk menghasilkan asap yang baik pada waktu pembakaran sebaiknya menggunakan jenis kayu keras, sehingga diperoleh ikan asapan yang baik (Tranggono dkk, 1997). Asap yang dihasilkan dari pembakaran kayu keras akan berbeda komposisinya dengan asap yang dihasilkan dari pembakaran kayu lunak. Pada umumnya, kayu keras akan menghasilkan aroma yang lebih unggul, lebih kaya kandungan *aromatic* dan lebih banyak mengandung senyawa asam dibandingkan kayu lunak (Girard, 1992).

Karakteristik kayu yang penting adalah senyawa *volatil* yang dihasilkan. Senyawa ini dihasilkan dari *proses destilasi yang menghasilkan senyawa organik*. Pada suhu tinggi, air yang diuapkan akan banyak, tetapi asap yang dihasilkan sedikit, pembakaran yang sempurna dapat terjadi pada suhu 295°C. Kayu yang kualitasnya tidak baik, bila digunakan dalam proses pengasapan dapat menyebabkan bau dan rasa asap yang tidak enak pada ikan asap.

Dari hasil *pirolisa hemiselulosa*, *selulosa*, dan *lignin* tersebut didapatkan lebih dari 400 senyawa, di antara senyawa tersebut terdapat 48 jenis *asam*, 21 jenis *alkohol*, 131 jenis *karbonil*, 22 jenis *ester*, 46 jenis *furan*, 16 jenis *keton*, dan 71 jenis *penol* (Maga, 1988).

Pettet dan Lane (1940), dalam Draudt (1963), menemukan komposisi asap seperti pada tabel 8 berikut ini.

Tabel 8. Komposisi dari Kondensasi Asap

Fraksi	Persentase
Aldehyde dengan berat molekul tinggi	0,12
Keton	0,67
Asam formiat	0,38
Asam asetat dan asam dengan berat molekul tinggi	1,71
Metanol	0,96
Tar	4,81
Phenol	0,07
Residu	4,21
Air	82,42
Total	95,92
Ekstrak	4,08

Sumber: Pettet dan Lane (1940) dalam Draudt (1963)

Draudt (1963) menganalisis asap pada densitas rendah dan tinggi. Masa dari fraksi 1m^3 dari asap digunakan sebagai acuan pada perhitungan. Komposisi kimia dari asap pada pengasapan panas dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Komposisi Kimia Asap Dari Proses Pengasapan Panas

Fraksi yang diisolasi	Berat fraksi (mg/m^3)			
	Kayu beech		Kayu oak	
Sumber asap	Rendah	Tinggi	Rendah	Tinggi
Densitas	Rendah	Tinggi	Rendah	Tinggi
Abu	7,95	8,24	21,77	23,50
Ether yang tidak terlarut	216,00	99,58	154,16	757,40
Basa bebas	45,30	155,76	41,96	48,01
Aldehyd dan keton	47,90	108,65	24,75	70,95
Asam - asam	37,28	203,60	64,32	327,50
Phenol	15,91	93,31	8,97	73,27
Substansi netral	298,96	757,0	477,60	803,64
Bahan yang tidak diketahui	12,16	95,56	21,90	45,24
Total	681,90	2522,7	815,43	2149,4

Sumber: Draudt (1963) dalam Toth and Potthast (1984)

PERANAN SENYAWA KIMIA ASAP DALAM PROSES PENGASAPAN

Pemanfaatan asap kayu dalam pengolahan makanan seperti ham, daging hewan, sosis, ikan, dan keju dewasa ini semakin meluas baik dalam fungsinya sebagai pemberi rasa (*flavouring*) maupun sebagai pengawet (*preservation*). Studi tentang komposisi kimia asap akhir-akhir ini telah berkembang dengan pesat dan telah berhasil mengidentifikasi lebih dari 2000 komponen, *asam, ester, derivat furan* dan *pyran, derivat Fenol, hidrokarbon*, dan komponen *nitrogen* (Guillen, MD. *et, al.* 2001 dalam Bortolomeazzi, 2007). Komponen-komponen tersebut dikelompokkan dalam beberapa golongan yaitu: *aldehid, keton, alkohol*. Komponen tersebut termasuk dalam fraksi Fenol yang dianggap mempunyai peran penting, baik dari sisi kualitatif maupun kuantitatif. Fraksi ini terutama didominasi oleh Fenol, *2-methoksi Fenol (guaiacol)*, *2,6-dimetoksiFenol (syringol)* dan derivat-derivatnya dan juga oleh *dihidroksibenzen* yang berasal dari proses *pirolisis lignin*. Senyawa-senyawa ini berperan sebagai zat antimikroba dan antioksidatif.

A. Senyawa-senyawa Fenol

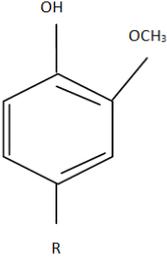
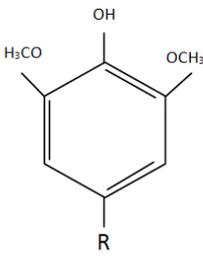
Fenol adalah suatu Kristal padatan jernih, tidak berwarna, mempunyai bau khas yang mengandung *tar* manis. Senyawa-senyawa Fenol yang terdapat dalam asap kayu umumnya hidrokarbon aromatik yang tersusun dari cincin *benzena* dengan sejumlah gugus *hidroksil*

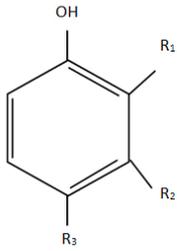
yang terikat. Senyawa-senyawa Fenol ini juga dapat mengikat gugus-gugus lain seperti *aldehid*, *keton*, *asam*, dan *ester* (Maga, 1987). Kandungan senyawa Fenol dalam asap sangat tergantung pada temperatur *pirolisis* kayu. Menurut Girard (1992), kuantitas Fenol pada kayu sangat bervariasi yaitu antara 10-200 mg/kg Beberapa jenis Fenol yang biasanya terdapat dalam produk asapan adalah *guaiacol*, dan *siringol*.

Fenol dapat digunakan sebagai indeks kualitas pada pengasapan. Fenol merupakan komposisi pemberi *flavor* (rasa dan aroma) yang utama pada ikan asap. Rasa dan aroma yang khas pada produk pengasapan disebabkan oleh senyawa Fenol (*guaiacol*, *4-metil-guaiacol*, *2,6-dimetoksi Fenol*) (Hasbullah, 2005).

Selain pembetuk rasa dan aroma, Fenol juga berfungsi sebagai antimikroba dan antioksidan yang dapat memperpanjang umur simpan ikan asap. Senyawa-senyawa antioksidan dari Fenol di antaranya adalah *4-prophylguaiacol*, *eugenol*, *isoeugenol*, dan *4-allyl-2-6-dimethoxyphenol*. Komposisi ini dilaporkan mempunyai aktivitas antioksidan yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan antioksidan komersial seperti *2,6-di-tert-butyl-4-methylphenol* (BHT) (Bortolomeazzi, 2007).

Tabel 10. Komposisi-Komposisi Fenol

Rumus Bangun	Rumus Struktur	Nama Senyawa
	R=H	Guaiacol
	R=CH ₃	4-methylguaiacol
	R=CH ₂ CH	4-ethylguaiacol
	R=CH=CH ₂	4-vinylguaiacol
	R=CH ₂ CH ₂ CH ₃	4-propylguaiacol
	R=CH ₂ CH=CH ₃	Eugenol
	R=CH=CHCH ₃	Isoeugenol
	R=CHO	Vanilin
	R=COCH ₃	Acetovanillone
	R=CH ₂ COCH ₃	2-propiovanillone
	R=H	Syringol
	R=CH ₃	4-methylsyringol
	R=CH ₂ CH ₃	4-allylsyringol
	R=CHO	Syringaldehyde
	R=COCH ₃	Acetosyringone

	R1=OH, R2=H, R3=H	Cathecol
	R1=OH, R2=CH ₃ , R3=H	3-methylcatecol
	R1=OH, R2=H, R3=CH ₃	4-methylcatecol
	R1=OH, R2=OCH ₃ , R3=H	3-methoxycatechol
	R1=H, R2=H, R3=OH	hydroquinone

Sumber: Darmanto *et al.*, (2009)

Fenol merupakan salah satu indikator yang baik pada ikan asap, akan tetapi Fenol mempunyai efek samping terhadap kesehatan manusia. Bila manusia menghisap udara atau mengonsumsi makanan atau minuman yang mengandung *phenol* melebihi ambang batas dapat menyebabkan susah bernafas, gagal ginjal, anorexia, sakit kepala, dan air seni berwarna gelap. *Departemen of Labor* (2005) menegaskan bahwa batas aman *phenol* dalam bahan pangan adalah 317 mg/kg.

B. Senyawa-senyawa Karbonil

Senyawa-senyawa karbonil dalam asap memiliki peranan pada pewarnaan dan citarasa produk asapan. Golongan senyawa ini mempunyai aroma seperti aroma karamel yang unik. Jenis senyawa karbonil yang terdapat dalam asap cair antara lain adalah *vanilin* dan *siringaldehida*.

C. Senyawa-senyawa Asam Organik

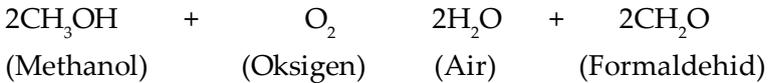
Asam organik seperti asam asetat dan asam formiat pada asap berfungsi sebagai antioksidan bersama-sama dengan komposisi Fenol. Asam organik juga berfungsi sebagai antibakteri pada ikan asap. Menurut *Zaitsev et al.*, (1969) asam-asam yang berasal dari asap kayu dapat memengaruhi *flavor*, pH, dan umur simpan ikan asap atau bahan makanan lainnya.

Asam lemak termasuk dalam asam organik, asam lemak yang umum dijumpai adalah asam laurat (C12:0), miristat (C14:0), Palmitat (C16:0), Stearat (C18:0), Oleat (C18:1), Linoleat (C18:2), Alfaeleostearat (C18:3), Arakhidat (C20:0), Eikosenoat (C20:1), Arakhidonat (C20:4),

dan asam lemak omega 3 yaitu asam eikosa pentaenoat (C20:5 n-3) atau EPA, serta Asam Dokosa Heksaenoat (C22:6 n-3) atau DHA.

D. Senyawa Formaldehid

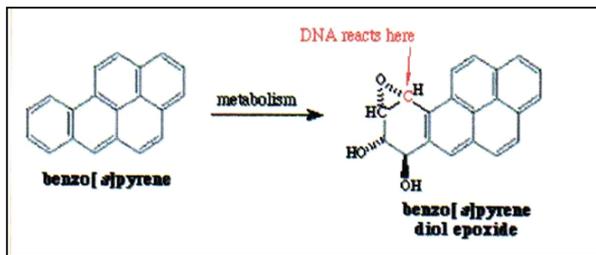
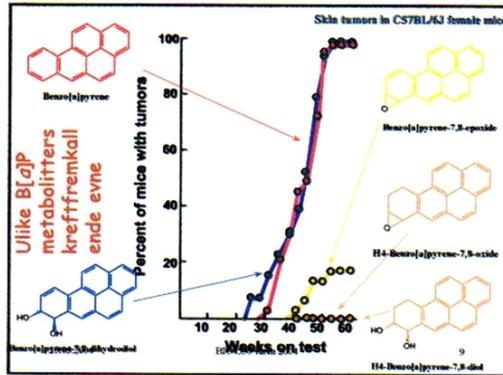
Formaldehid (CH₂O) adalah senyawa berbentuk gas tak berwarna dan apabila dalam kondisi terbuka akan mengeluarkan gas yang baunya yang sangat menyengat. Formaldehid merupakan aldehid yang paling sederhana dibuat secara besar-besaran melalui oksidasi *methanol* yang reaksinya sebagai berikut:



Formaldehid bersifat fungisidal yaitu dapat menghambat pertumbuhan jamur dan dapat memberi warna pada produk ikan asap. Bahaya formaldehid dalam pengasapan ikan pada kesehatan manusia belum banyak dibahas dalam penelitian karena peranannya sedikit dibandingkan dengan phenol yang merupakan komponen terpenting dalam pengasapan.

E. Senyawa *Benzopyrene*

Senyawa *benzopyrene* merupakan salah satu senyawa PAH (*Poly-cyclic Aromatic Hydrocarbon*) yang berpotensi bersifat karsinogen. Senyawa PAH terdiri dari kumpulan substansi organik yang terdiri dari dua atau lebih cincin aromatik dari atom karbon dan hidrogen (Simon, R. *et al.* 2006). Kandungan PAH lebih rendah pada asap cair bila dibandingkan dengan ikan asap tradisional. Pengolahan dengan asap cair mengurangi emisi-emisi komponen *polyaromatic* yang dikeluarkan ke lingkungan. Konsentrasi PAHs dalam (pirolisis gas) yang diproduksi dengan generator asap secara signifikan lebih besar daripada yang diproduksi dengan sumber-sumber pembakaran lainnya, seperti pembakaran batu bara (Sloss & Smith, 1993, dalam Hattula *et, al.* 2001).



Gambar 14. Rantai Atom *Benzopyrene*

Pada kondisi tertentu, asap dan ikan asap dapat mengandung (PAH) atau $C_{20}H_{10}$ yang bersifat karsinogenik atau dapat menyebabkan kanker atau tumor pada manusia atau binatang pada kondisi tertentu (Soen'an Hadi Poernomo, 2002). Robert Harris dan Endel Karmas (1989) dalam Swastawati (2007), mengemukakan bahwa salah satu anggota yang dikenal paling aktif dan paling banyak diteliti dari golongan PAH adalah *benzophyrene*. Kandungan *benzophyrene* d"0,5 ppm dianggap tidak ada dan dinyatakan aman (Giulini Chemie, 1993).

Tabel 11. Komponen PAH yang Terkandung dalam Asap Hasil Pembakaran Kayu

Komponen PAH	Asap Kayu	
	mg/m ³	mg/smoking
Naphthalene	604	256
2-Methylnaphthalene	463	196
1-Methylnaphthalene	270	114
Biphenyl	134	57
Acenaphthene	14	6
Fluorene	290	123
3-Methylbiphenyl	46	20

Dibenzofuran	96	41
Dibenzothiophene	0.9	0.4
Phenanthrene	122	52
Anthracene	46	20
2-Methylanthracene	46	19
1-Methylphenanthrene	14	6
2-Phenylnaphthalene	12	4.9
Fluoranthene	27	12
Pyrene	34	14
Benzo (a) fluorine	13	5.4
Benzo (b) fluorine	8.3	3.5
Benzo (b) naphtho (2,1,d) thiophene	0.1	0.04
Benzo (b) naphtho (1,2-d) thiophene	0.2	0.1
Benzo (a) anthracene ^b	13	5.3
Chryseneb/Triphenylene	7	3
Benzo(b)fluoranthenen ^b	4.6	1.9
Benzo(k)fluoranthenen ^b	19	8.2
Benzo(e)pyrene	3.7	1.6
Benzo(a)pyrene ^a	7.4	3.1
Perylene	0.8	0.4
Indenol(1,2,3-cd)pyrene ^b	2.4	1
Benzo(g,h,i)pyrene	0.4	0.2
Dibenzo(a,h)anthrachene ^b	1.9	0.8
Coronene	0.2	0.1
<i>Total</i>	<i>2300</i>	<i>975</i>

^a*Sufficient Evidence for Benzo(a)pyrene in Animal Studies (WHO)*

^b*Classified as Potential Carcinogens by USEPA*

Sumber: Hattula *et al.* 2001

EFEK PENGASAPAN TERHADAP IKAN

Berdasarkan hasil penelitian laboratorium, asap mempunyai kandungan unsur kimia antara lain air, *keton*, *phenol*, *aldehid*, *alcohol*, *karbondioksida*, *asam asetat*, dan *asam formiat* yang berperan sebagai; 1) disinfektan penghambat pertumbuhan atau membunuh mikroorganismen penyebab pembusukan yang terdapat dalam tubuh ikan; 2) pemberi warna dan aroma yang khas pada tubuh ikan sehingga ikan yang telah diawetkan dengan proses pengasapan berwarna kuning keemasan dan dapat membangkitkan selera konsumen untuk menikmatinya dan bahan pengawet karena unsur-unsur kimia yang terkandung di dalam asap mampu memberikan kekuatan pada tubuh ikan untuk melawan aktivitas penyebab ketengikan.

A. Efek Pengawetan

Aktivitas pengawetan pada ikan disebabkan oleh peristiwa pengurangan kadar air, penambahan garam, dan penyerapan bahan kimia yang terdapat pada asap. Di samping memperpanjang daya awet, penggaraman, dan pengasapan, utamanya akan mengubah aroma dan rasa, tekstur, dan juga penampilan ikan. Penurunan kadar air akan memperkecil kemungkinan terjadinya kerusakan kimiawi maupun mikrobiologi. Namun demikian, kadar air yang rendah pun dapat menyebabkan kerusakan atau kemunduran mutu ikan.

Sebagai tolok ukur untuk mengetahui aktivitas air dalam tubuh ikan dapat pula dilakukan analisa *Aw* (*water activity*); dengan mengetahui kadar *Aw* dapat diperkirakan daya tahan produk ikan asap. Kadar air yang rendah berarti juga menunjukkan kadar *Aw* rendah. Proses pengasapan yang efektif akan menghasilkan proses evaporasi yaitu pergerakan uap asap menuju permukaan tubuh ikan dan disertai dengan meningkatnya temperatur dalam tubuh ikan.

B. Efek Bakteriostatik

Seperti diketahui, komponen asap mempunyai efek bakteriostatik dan kemungkinan juga bakterisidal. Beberapa komponen yang terlihat antara lain *methanol*, asam-asam *aliphatic*, dan *phenol*. Kayu keras cenderung menghasilkan asap yang lebih banyak mengandung asam-asam, karena kandungan hemiselulosa yang lebih tinggi dibandingkan dengan kayu lunak. Hemiselulosa mempunyai efek pengawetan yang tinggi sehingga pada pengasapan panas yang dilakukan secara tradisional biasanya menggunakan jenis kayu keras. Beberapa peneliti telah pula menganalisa fungsi senyawa *phenol* yang pada level tertentu mempunyai kemampuan membunuh bakteri *staphylococcus aureus*, tetapi tidak mikroba jenis ragi dan jamur yang resisten. Bakteri jenis *micrococcus sp* juga lebih resisten terhadap suasana sulit jika dibandingkan dengan *staphylococcus aureus* dan *lactobacillus species*.

C. Efek Antioksidatif

Asap kayu mempunyai efek sebagai antioksidan, terutama juga berasal dari komponen *phenol*. Struktur kimia dari *phenol* mirip dengan struktur kimia dari bahan antioksidan sintesis yang sering dipergunakan dalam dunia perikanan seperti BHA (*Buthylated Hydroxy Anisole*), BHT (*Buthylated Hydroxi Toluene*) dan PG (*Propyl Gallate*). Komponen-komponen ini berfungsi sebagai *radical acceptors* sehingga dapat memutus rantai reaksi oksidasi. Efek antioksidan pada asap kayu ini tergantung pada proses evaporasi yang terjadi pada permukaan tubuh ikan dan proses dekomposisi komponen *phenol* pada tubuh ikan. Temperatur pengasapan yang tinggi juga memengaruhi proses dekomposisi komponen *phenol*. Pada pengasapan tradisional yang biasanya dilakukan dengan suhu tinggi, efek antioksidan serta dekomposisi *phenol* lebih tinggi bila dibandingkan dengan pengasapan dingin.

Akan tetapi pengasapan panas kemungkinan mengandung *polynuclear hydrocarbon* yang tinggi dibandingkan dengan pengasapan dingin.

D. Efek Terhadap Rasa

Dewasa ini, fungsi dari pengasapan mulai cenderung bergeser dari pengawetan kepada fungsi peningkatan rasa, terutama di negara-negara maju seperti Jepang, Kanada, Amerika, dan Inggris. Pada produk ikan asap tradisional, rasa asin dan *tar* sangat kuat; sedangkan pada produk modern, penggaraman dan pengasapan memengaruhi rasa yang lebih lembut, lezat, dan lebih memperhatikan faktor higienis, meskipun daya simpannya tidak terlalu lama yaitu sekitar satu minggu, pada penyimpanan suhu kamar.

Pembentukan rasa sedap yang spesifik dari ikan asap ditimbulkan oleh reaksi protein ikan dengan komponen karbonil asap. Reaksi ini menyebabkan hilangnya senyawa *ammonia* dan rusaknya sebagian protein pada permukaan tubuh ikan. Meskipun senyawa *phenol* mempunyai andil besar dalam pembentukan rasa, tetapi dalam reaksinya fungsi *phenol* bekerja bersama-sama dengan komponen-komponen lain yang jumlahnya relatif lebih kecil misalnya karbonil dan asam. Kemungkinan komponen kecil yang lain ini membantu terbentuknya rasa spesifik dari ikan asap. Beberapa jenis senyawa *phenol* yang penting bagi pembentukan rasa adalah: *guaiacol*, *4-metil guaiacol*, dan *2,6-dimethoxy phenol*. Di samping senyawa-senyawa *phenol* tersebut, beberapa fraksi asap yang lain yang berarti dalam pemberian rasa khas adalah *lakton* dan *furan*.

E. Efek Terhadap Warna

Seperti halnya efek rasa, pembentukan warna ikan asap juga berdasarkan pada reaksi antara protein dengan komponen karbonil. Pada umumnya, reaksi karbonil-amino adalah faktor utama pembentukan warna pada ikan asap, tetapi reaksi pembentukan warna ini lebih bersifat fisik daripada kimiawi. Beberapa peneliti mengatakan bahwa ikatan-ikatan asam *amino lysine* melalui group amino mempunyai peranan penting, akan tetapi sebagian *arginin* dan *histidin* dapat hilang atau rusak dalam reaksi ini. Pengasapan dengan suhu tinggi dapat meningkatkan dekomposisi asap, tetapi juga dapat menyebabkan rusaknya asam amino *essential* seperti *lysine*. *Methanal*

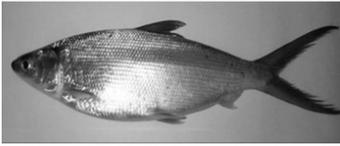
merupakan salah satu grup amino yang sangat reaktif; tetapi grup ini tidak berpengaruh dalam pembentukan warna. Senyawa kimia lain yang berperan dalam pembentukan warna adalah: *aldehid glikolik*, *2,3-butandiena*, dan *piruwal*. Pada pengasapan dingin biasanya dapat pula digunakan pewarna *artificial* yang ditambahkan pada waktu perendaman dengan air garam agar warna ikan asap lebih menarik, akan tetapi penggunaan bahan pewarna ini tentu saja harus sesuai dengan prosedur yang berlaku di negara masing-masing. Kunyit dan madu dapat digunakan pula sebagai bahan pewarna.

PROSES PENGASAPAN SECARA TRADISIONAL

Proses pengasapan tradisional menggunakan ikan yang sebelumnya telah digarami, utuh, dibuang isi perut atau *fillet* ikan dan asap kayu. Asap diperoleh dari hasil pembakaran kayu dan serutan atau serbuk gergaji dalam tungku, proses pengasapan dilakukan langsung di bawah ikan atau *fillet* ikan yang telah digantung atau disusun di para-para, Proses pengasapan tradisional meliputi proses pemilihan bahan baku, pembelahan, dan atau pencucian, penggaraman, pengasapan, pendinginan, dan pengepakan.

A. Pemilihan Bahan Baku

Pada prinsipnya, semua jenis ikan dapat diasapi, baik ikan laut maupun ikan air tawar. Jenis ikan yang sering diolah menjadi ikan asap antara lain ikan Manyung, Pari, Tongkol, Tenggiri, Cumi-cumi, dan ikan laut lainnya. Sedangkan ikan air tawar yang sering diolah menjadi ikan asap antara lain adalah ikan Lele, Belut, Patin, Gabus, Mujahir dan lain-lain. Ikan payau seperti ikan Bandeng juga dapat diolah menjadi ikan asap.



(a) Ikan Bandeng



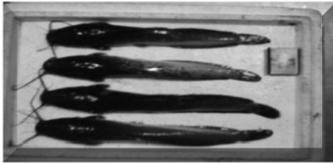
(b) Ikan Tongkol



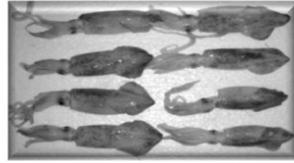
(c) Ikan Pari



(d) Ikan Manyung



(e) Ikan lele



(f) Cumi-cumi

Gambar 15. Bahan Baku Ikan Asap

Untuk memproduksi ikan asap yang berkualitas baik, faktor utama yang paling penting adalah bahan baku tersebut harus diupayakan sesegar mungkin atau masih memiliki kualitas yang baik. Bahan baku ikan asap dapat berupa ikan segar, maupun ikan yang telah didinginkan atau dibekukan. Ikan segar adalah ikan yang memiliki karakteristik hampir sama seperti ikan hidup. Ikan segar mempunyai bentuk tubuh yang utuh, tidak mengalami kerusakan fisik (misalnya sisik banyak yang lepas, mengalami luka, patah pada sirip, dan lain-lain). Bau ikan sangat segar, spesifik jenis kuat, kornea mata jernih, dan insangnya berwarna merah darah sesuai dengan *score sheet* organoleptik ikan segar (SNI.2729-2013). Sedangkan ikan yang busuk atau mengalami kemunduran mutu dagingnya melunak, berbau amis, dan tidak sedap. Ciri-ciri ikan segar dan sudah busuk tersaji pada Tabel 12.

Tabel 12. Ciri-ciri Ikan Segar dan Ikan Busuk

Dilihat dari	Ciri Ikan Segar	Ciri Ikan Busuk
Mata	Cemerlang, kornea bening, pupil hitam, mata cembung	Redup, tenggelam, pupil mata, kelabu tertutup lendir.
Insang	Warna merah sampai merah tua, cemerlang tak berbau, tak ada of-odor	Kotor, warna pucat, keabuan dan berlendir bau busuk
Lendir	Terdapat lendir alami menutupi ikan yang baunya khas menurut jenis ikan. Rupa lendir cemerlang seperti ikan hidup, bening	Berubah kekuningan dengan bau tidak enak atau lendirnya sudah hilang atau lendir mengering dan putih susu, atau lendir pekat melengket
Kulit	Cemerlang, belum pudar, warna asli kontras	Rupa pudar, bila pengesan kurang baik kulit mengering dan retak
Sisik	Melekat kuat, mengkilat dengan tanda/warna khusus tertutup lendir jernih	Banyak yang lepas, tanda/warna khusus ini memudar dan lambat hilang
Daging	Sayatan daging cerah dan elastis, bila di tekan tidak ada bekas jari	Lunak, tekstur berubah, bila ditekan jari ada bekasnya.
Rongga perut	Bersih dan bebas dari bau yang menusuk. Tekstur dinding perut kompak, elastis tanpa ada diskolorasi dengan bau segar yang karakteristik selaput utuh.	Mengalami diskolorasi, bau menusuk dan busuk, lembek. Bagian rongga perut kemerahan, diskolorasi jadi kecoklatan karena makanan dalam usus membusuk.
Gambar		

Sumber: Adawyah (2010)

B. Pembelahan dan Pencucian

Persiapan sebelum pengasapan harus selalu dilakukan secara hati-hati, terutama pada pembelahan atau *filleting* ikan, jangan sampai ikan terluka atau tergores. Semua organ tubuh bagian dalam seperti insang, usus dan lain-lain harus dibuang karena dapat mempercepat pembusukan.

Pembelahan ikan sebaiknya dilakukan mulai dari bagian leher ikan sampai kebagian ekor. Pembelahan dari bagian badan ikan yang tebal dimaksudkan agar permukaan daging rata, tidak terjadi *gap-*

ping, karena pembelahan ikan dari bagian yang tebal menuju bagian yang tipis lebih mempermudah pekerjaan dan hasilnya pun lebih baik.



Gambar 16. Penyiangan Ikan



Gambar 17. Pencucian Ikan

Penyiangan dan pencucian ikan bertujuan untuk menghilangkan kotoran dan sebagian mikroorganisme yang terdapat dalam tubuh ikan, memudahkan penyerapan garam ke dalam tubuh ikan saat *brinning* dan pelekatan asap saat proses pengasapan (Wibowo, 1996).

C. Penggaraman

Tujuan utama penggaraman sebelum dilakukan proses pengasapan adalah untuk meningkatkan rasa dan memperbaiki tekstur daging ikan yaitu membuat tekstur daging ikan menjadi lebih kompak. Dengan meresapnya garam ke dalam tubuh ikan, maka kadar air menurun dan protein dalam daging ikan akan menggumpal. Garam juga mempunyai efek preservasi atau pengawetan. Pengurangan air terjadi karena garam menarik air dari dalam tubuh ikan kemudian sebagian air akan ter evaporasi dan sebagian lagi menetes pada saat pengasapan berlangsung, selanjutnya garam akan terserap kedalam

daging ikan. Terhambatnya pertumbuhan bakteri dan terbunuhnya sebagian bakteri permukaan ikan tergantung pada konsentrasi garam yang terabsorpsi. Garam yang sudah terabsorpsi ini dengan cepat akan larut dalam cairan tubuh ikan. Cairan ini merupakan media yang tidak baik untuk pertumbuhan bakteri, bahkan aktivitasnya pun menurun.

Garam yang digunakan adalah garam dapur (NaCl). Garam dapur (NaCl) adalah yang paling umum dan banyak digunakan untuk mengawetkan hasil perikanan daripada jenis-jenis bahan pengawet atau tambahan lainnya. Garam dapur diketahui merupakan bahan pengawet yang paling tua digunakan sepanjang sejarah.

Penggaraman ikan dapat dilakukan dengan dua cara yaitu penggaraman kering dan penggaraman basah.

1. Penggaraman Kering

Cara yang efektif untuk penggaraman ikan adalah dengan menaburkan garam ke seluruh permukaan tubuh ikan. Cara ini dapat mempercepat terjadinya penarikan cairan tubuh ikan oleh garam. Tetapi kualitas garam yang digunakan harus yang sangat baik, karena garam yang kualitasnya kurang baik atau kotor dapat memengaruhi kenampakan ikan. Warna ikan menjadi kusam dan tidak menarik.



Gambar 18. Penggaraman Kering

2. Penggaraman Basah

Penggaraman basah atau *Brining* yaitu pencelupan atau perendaman ikan ke dalam larutan air garam pada konsentrasi tertentu. Tujuan utama *brining* ini adalah untuk pemberian rasa, sehingga perlu dipertimbangkan konsentrasi garam dan lama perendaman. Konsentrasi yang terlalu tinggi akan menyebabkan rasa ikan terlalu asin dan tekstur ikan yang terlalu keras. Kenampakan ikan asap yang

baik juga ditentukan oleh tepatnya konsentrasi garam dan lama perendaman. Konsentrasi garam dan lama perendaman yang cukup akan menghasilkan kenampakan ikan asap yang menarik. Reaksi daging ikan pada permukaan tubuh ikan dengan larutan garam menghasilkan warna mengkilat keperakan atau “*glossy*” pada kulit ikan.



Gambar 19. Penggaraman Basah (*Brine Salting*)

Penyerapan garam ke dalam tubuh ikan dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti kesegaran ikan, ketebalan daging ikan, dan bentuk potongan daging ikan. Semakin tebal daging ikan yang direndam dalam larutan garam maka daya penetrasi garam ke dalam daging ikan akan semakin lama dan semakin besar daya serap garam yang dibutuhkan. Bentuk potongan *single fillet* pada daging ikan menyebabkan garam lebih mudah terserap oleh daging ikan bila dibandingkan dengan potongan *butterfly fillet* atau ikan utuh.

D. Penirisan

Ikan-ikan yang diasapi digantung pada rak-rak penirisan. Pada saat penggantungan ini sebagian protein larut dalam air garam membentuk larutan yang lebih kental, selama penetasan atau “*dripping*” terjadi pembentukan lapisan permukaan tubuh ikan atau bagian kulit ikan menjadi mengkilat keperak-perakan atau “*glossy*” dan ini akan menentukan baiknya kenampakan produk ikan setelah diasapi atau dengan kata lain hal ini merupakan kriteria komersial produk ikan asap yang dihasilkan. Warna keperak-perakan ini timbul karena terjadinya pembesaran atau pembengkakan protein akibat pengaruh dari peresapan garam dan pengeringan permukaan tubuh ikan. Sebagai akibatnya, semakin lama penirisan atau penggantungan sebelum proses

pengasapan, maka akan semakin baik warna keperak-perakan yang diperoleh.

Ada lima cara yang dapat dilakukan untuk penirisan, yaitu:

- 1) Dengan tongkat penggantung atau "tenter stick" atau "tenter hook": semacam kawat terbuat dari *stainless steel* yang mempunyai kait-kait disepanjang tongkat tersebut.
- 2) Menggunakan penggantung dengan cara menusukkan *speats*/ kawat *stainless steel* pada bagian mata ikan. Biasanya digunakan untuk ikan yang utuh.
- 3) Menggunakan besi atau *stainless steel* dengan diameter 5-6 mm berbentuk empat persegi panjang atau "banjo", kemudian *fillet* ikan dibaringkan dengan bagian tengahnya dan kedua ujungnya dibiarkan menggantung.
- 4) Menggantung ikan dengan penggantung daging atau *butcher hook*, biasanya alat ini digunakan untuk pengasapan telur ikan *cod* (*cod roes*).
- 5) Cara terakhir adalah yang paling umum dipergunakan, yaitu dengan menggunakan nampan atau *trays*. Ikan berukuran kecil atau potong-potongan ikan atau *fillet* dibaringkan dalam nampan berlubang. Pembuatan nampan bisa dengan bahan *stainless steel*, plastik tahan panas atau *teflon*.



Gambar 20. Contoh Penirisan Ikan Pada Proses Pengasapan

E. Pengasapan Ikan

Proses pengasapan digolongkan dalam dua cara yaitu pengasapan panas dan pengasapan dingin. Lama pengasapan tergantung pada ukuran ikan, ketebalan daging, dan kadar lemak ikan. Sebagai gambaran misalnya ikan dengan berat ± 500 gram memerlukan waktu

pengasapan kira-kira 4 jam, ikan yang berukuran lebih kecil mencapai ± 3 jam, sedangkan ikan yang lebih besar dapat mencapai ± 6 jam. Penggunaan oven atau almari pengasap mekanik dilakukan dalam tiga tahap. Tahap pertama adalah tahap pengeringan awal atau *preliminary drying period*, dengan penerapan suhu $\pm 30^{\circ}\text{C}$. Selama tahap ini, pengeringan permukaan tubuh ikan terjadi dan diharapkan suhu ini dapat mempertahankan kulit agar tidak rusak atau robek. Tahap kedua, adalah tahap pengasapan dan pemasakan sebagian daging ikan pada suhu $\pm 50^{\circ}\text{C}$. Tahap ketiga, yaitu tahap pematangan atau pemasakan pada suhu $\pm 80^{\circ}\text{C}$.

Total waktu pengasapan yang diperlukan ditentukan oleh:

- Spesies ikan
- Ukuran dan ketebalan
- Komposisi lemak
- Kepadatan atau volume ikan dalam oven atau almari asap
- Rasa serta warna yang dikehendaki



(A) *Smoking Cabinet*



(B) Tungku Pengasapan

Gambar 21. Proses Pengasapan

Pada pengasapan dingin, suhu yang diterapkan biasanya $\pm 30^{\circ}\text{C}$, sehingga ikan belum matang, waktu pengasapan yang diperlukan $\pm 2-4$ jam menggunakan oven pengasapan mekanik. Pada pengasapan tradisional, pengaturan suhu ini sulit dilakukan. Sirkulasi udara di dalam ruang pengasapan tergantung pada kecepatan angin atau udara di sekitar tempat pengasapan berlangsung. Hal ini memengaruhi penetrasi asap kedalam daging ikan. Pengasapan tradisional memerlukan *skill* tertentu, biasanya didasarkan pada pengalaman secara turun temurun.

F. Pengepakan

Setelah matang, maka ikan harus didinginkan terlebih dahulu. Setelah dikeluarkan dari oven pengasapan, pengepakan dilakukan. Pada proses pendinginan atau *cooling period* ini ikan asap akan mengalami penurunan berat. Apabila langsung dilakukan pengepakan dalam keadaan panas dapat mengakibatkan pengembunan, kenampakan kurang baik dan tekstur akan menjadi lembek.

Kondisi basah ini akan mempermudah pertumbuhan jamur. Jamur mudah sekali tumbuh pada ikan asap, karena spora jamur ini berasal dari kayu atau bahan bakar yang digunakan. Hal ini terutama sering terjadi pada pengasapan tradisional. Pada pengasapan modern kemungkinannya kecil karena sumber asap dipisahkan dengan oven/almari pengasapan, sehingga bahan bakar tidak berhadapan secara langsung dengan ikan-ikan yang diasapi. Karena ikan asap sangat mudah terserang jamur, maka sebaiknya penyimpanan kayu dan bahan bakar sebaiknya tidak berdekatan dengan wadah penggaraman, tempat pengepakan dan penyimpanan produk.



Gambar 22. Contoh Pengemasan Ikan Asap

G. Penyimpanan

Selama penyimpanan, produk ikan asap akan mengalami penurunan mutu, baik dari segi fisik, kimiawi, maupun mikrobiologi. Tetapi penurunan mutu yang lebih utama di sini adalah dari segi mikrobiologi. Mutu dan masa simpan ikan asap bergantung pada kesegaran ikan sebelum pengasapan, kualitas, dan kuantitas garam yang dipergunakan, derajat kekeringan setelah pengasapan, sanitasi, dan cara pengolahan (Nolan *dalam* Syarief, 1976).

Selama penyimpanan, pertumbuhan bakteri, ragi atau kapang pada bahan makanan dapat mengubah komposisi bahan makanan dan menghasilkan bau yang kurang enak, membentuk lendir, gas, dan lain-lain (Winarno dan Fardiaz, 1973). Pertumbuhan kapang pada ikan asap merupakan masalah yang lebih serius daripada pembusukan oleh bakteri. Menurut penelitian yang telah dilakukan, ikan Bandeng (*Chanos-chanos* Forsk) asap yang mempunyai kadar air antara 62,5-65% dan kadar garam antara 2,1-2,9% serta tidak diberi bahan pengawet, mulai ditumbuhi kapang pada hari ke-6 dan berlendir pada hari ke-13 (Ilyas, 1973).

Selama penyimpanan ikan asap, agar tetap awet dan tidak begitu besar perubahan mutunya, penentuan bahan pengemas mempunyai peranan penting. Bahan pengemas yang baik tidak boleh bersifat *porous* terhadap air, tidak menambah bau dan rasa, tidak meracuni produk dan tahan terhadap suhu tinggi maupun rendah. Sedangkan tujuan pengepakan adalah melindungi produk, menambah nilai jual, dan nilai pakai dari produk. Sebaiknya tidak mengemas produk selagi masih panas atau hangat karena akan mengembun dan ikan cepat rusak ditumbuhi jamur (Wibowo, 1996).

FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI PROSES PENGASAPAN

Faktor-faktor yang memengaruhi proses pengasapan ikan adalah sebagai berikut:

1. Jenis Bahan Bakar

Jenis kayu yang baik untuk digunakan sebagai bahan bakar adalah kayu keras seperti kayu turi (Afriyanto dan Liviawaty, 1989), serbuk gergaji, kayu jati, sabut dan tempurung kelapa (Wibowo, 1996). Jenis kayu keras mengandung senyawa phenol dan asam organik yang cukup tinggi (Kanoni, S 1999).

2. Kepekatan Asap

Asap mempunyai efek antibakteri atau *bactericidal* sehingga dapat mengawetkan ikan. Menurut Hudaya *et al* (1980) apabila mengandung kadar air tinggi maka asap akan pekat, sedangkan bila berkadar air rendah maka asap akan tipis.

3. Suhu

Sebaiknya asap tidak dihasilkan dari pembakaran di atas 175-205°C, karena pada suhu tinggi akan menimbulkan rasa pahit dan zat karsinogenik pada produk. Pengasapan yang dilakukan dengan suhu tinggi juga dapat menyebabkan hasil produk yang kurang baik, karena permukaan daging akan mengeras sementara

cairan pada bagian dalam tubuh ikan menjadi terhalang penguapannya sehingga menyebabkan terjadinya peristiwa *case hardening*.

4. Kelembaban Udara

Proses penyerapan asap sangat memengaruhi kelembaban udara, sehingga pengontrolan sangat penting. RH yang tinggi menambah waktu pengasapan dan memperbanyak konsentrasi asap yang terserap dalam daging ikan sehingga rasa asap menjadi sangat kuat, tetapi produk tidak kering. Sebaliknya RH yang terlalu rendah dapat menghambat penyerapan asap. Menurut Chan *et al.* (1975) RH 60% menyerap lebih banyak asap dan lebih cepat daripada tingkat RH yang lain.

5. Sirkulasi Udara

Sirkulasi udara yang baik dalam ruang pengasapan menjamin mutu ikan asap yang lebih sempurna, karena suhu dan kelembaban ruang tetap konstan selama proses pengasapan berlangsung. Aliran asap berjalan dengan lancar dan kontinyu sehingga partikel asap yang melekat menjadi terarah dan merata (Afrianto dan Liviawaty, 1989).

6. Lama Pengasapan

Hasil penelitian Swastawati (2004) membuktikan bahwa lama pengasapan dapat memengaruhi komposisi nutrisi ikan terutama kadar lemaknya. Suhu yang tinggi selama proses pengasapan ikan dapat menurunkan kadar asam lemak omega-3 (DHA) ikan. Oleh karena itu perlu dipertimbangkan lama waktu pengasapan ikan yang benar-benar efektif untuk mempertahankan nilai gizi sekaligus mengawetkan dan aman bagi konsumen.

ALAT PENGASAPAN IKAN TRADISIONAL

Proses pengasapan ikan secara tradisional biasanya dilakukan dengan alat sederhana di mana pergerakan dan aliran asap (*smoke flow*) berjalan secara alami dan sumber asap di dasar tungku, masuk melalui saluran asap kemudian mengasapi ikan-ikan di rak bagian bawah. Asap terus bergerak ke atas sekaligus memanasi dan mengeringkan permukaan tubuh ikan.

Pengasapan tradisional, berdasarkan penelitian, mempunyai kekurangan sebagai berikut:

- 1) Kontrol asap sulit, artinya sirkulasi dan arah asap seringkali tidak terarah pada satu aliran melainkan ke segala arah tergantung pada angin.
- 2) Temperatur juga sulit dikontrol, karena bila angin bertiup kencang dapat menyebabkan kayu menyala dan segera memantangkan ikan-ikan pada rak bagian bawah. Akibatnya proses pematangan tidak merata.
- 3) Pemandahan rak-rak dari lapisan atas ke lapisan bawah setiap kali ikan di bawah lapisan sudah masak. Hal ini menyulitkan dan memerlukan tenaga tersendiri. Karena bila ikan di bagian rak bawah sudah cukup warna dan teksturnya maka harus

dikeluarkan, kemudian ikan bagian atas dipindah ke bawah, sehingga dalam hal ini waktu pengasapan menjadi tidak seragam.

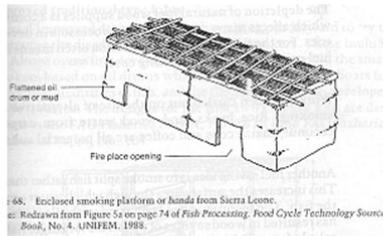
- 4) Kelembapan udara dalam ruang asap akan meningkat pada saat terjadi evaporasi dari tubuh ikan di bagian bawah. Asap basah menuju lapisan atas tidak dapat mengeringkan permukaan tubuh ikan yang berada di bagian atas dengan baik.

Bentuk lemari pengasapan bervariasi dan sangat tergantung pada keadaan alam dan cuaca. Dalam hal ini hasil terbaik akan diperoleh pada saat tiupan angin cukup dan udara kering dalam alat selama proses pengasapan.

Berikut ini adalah beberapa contoh alat pengasapan secara tradisional.

A. Tungku Pengasapan

Tungku pengasapan banyak digunakan oleh pengolah ikan asap secara tradisional. Tungku pengasapan ini terbuat dari batu bata dan di atasnya di beri plat besi untuk tempat ikan ketika di asapi. Bahan pengasapan yang digunakan adalah tempurung kelapa, dan beberapa jenis kayu seperti kayu mahoni atau kayu jati.



Gambar 23. Tungku Pengasapan Sierra Leone

Proses pengasapan ikan menggunakan tungku dilakukan dengan cara memanggang ikan langsung di atas api. Umumnya, proses pengasapan ini termasuk proses pengasapan panas (*hot smoking*).

Dewasa ini, banyak pengolahan ikan asap tradisional yang menggabungkan tungku pengasapan dengan cerobong pengasapan. Dengan penggunaan cerobong pengasapan, asap yang dihasilkan tidak banyak terbuang, dan tidak membahayakan kesehatan pengolah karena asap yang dihasilkan tidak langsung mengenai pengolah dan dialirkan melalui pipa langsung ke udara.

B. Smoking Cabinet

Pengasapan ikan dengan menggunakan *smoking cabinet* adalah metode pengasapan langsung di mana asap yang dipakai untuk mengasapi ikan tidak diperlakukan khusus seperti halnya pada pengasapan asap cair. Asap yang digunakan adalah asap yang merupakan hasil langsung dari pembakaran bahan bakar, asap tersebut ditampung dan disirkulasi dalam sebuah ruangan cabinet.



Gambar 24. Cerobong Pengasapan

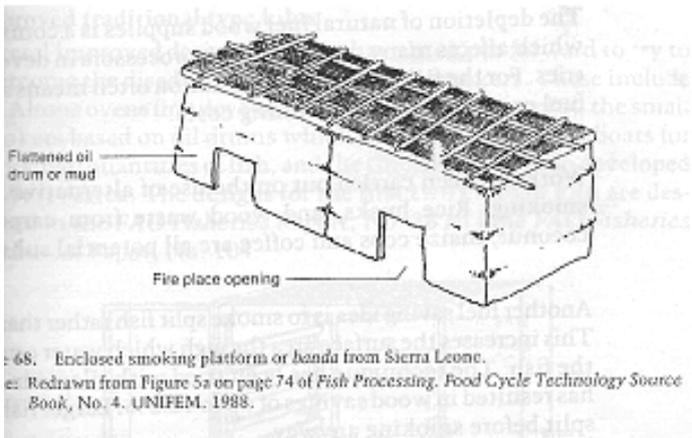
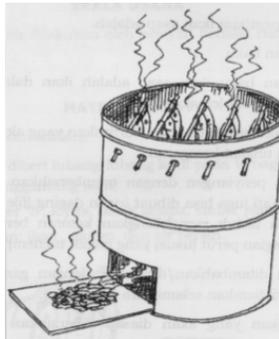
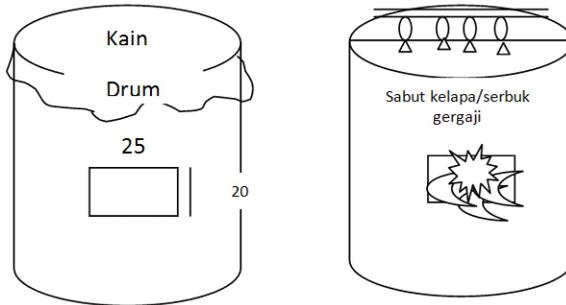
Sumber: Dokumentasi Penelitian

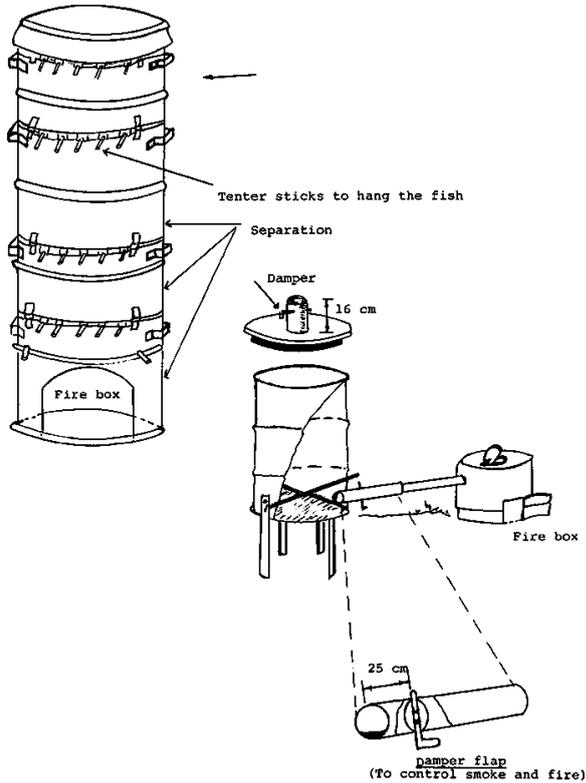


Gambar 25. Smoking Cabinet

C. Oven Pengasapan dari Drum Bekas

Alat dibuat dari drum bekas ukuran 200 liter. Dasar drum dibuat berlubang agar udara segar masuk dan untuk sarana pembuangan abu, sedangkan di bagian atas pipa dibuat cerobong, antara tungku dan ruang pengasapan dibuat bersusun dengan ukuran tergantung ukuran ikan dan cara penyusunan ikan.

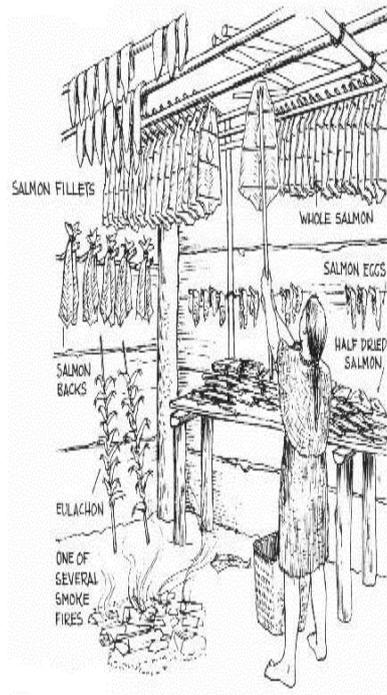




Gambar 26. Alat Pengasapan dari Drum Bekas

D. Rumah Pengasapan

Pengasapan dengan menggunakan rumah pengasapan banyak dilakukan oleh pengolah ikan asap tradisional di luar negeri, alat tersebut berupa bangunan mirip rumah dengan kerangka kayu atau besi, yang terdiri atas dua bagian, yaitu bagian tungku terletak di bagian bawah dan tempat pengasapan di bagian atas. Dinding dan bagian atas dibiarkan terbuka dan dibuat menjadi tiga susun, sedangkan dinding tungku ditutup seng dan dipasang pintu untuk mengurangi asap dan panas yang terbang. Di atas tungku ditempatkan pelat baja berlubang untuk meratakan panas/asap. Alat pengasap seperti itu banyak dilakukan oleh nelayan tradisional. Akan tetapi dari segi efisiensi tergolong boros karena banyak asap yang terbang.



Gambar 27. Rumah Pengasapan

JENIS IKAN ASAP DI INDONESIA

Beberapa daerah di Indonesia memiliki komoditas ikan asap yang khas karena adanya perbedaan bahan baku, jenis bahan bakar, jenis alat, dan kondisi pengasapan, maupun metode pengasapan yang digunakan, tetapi kadang-kadang ada juga produk ikan asap yang sama dikenal dengan nama berbeda di daerah lain.

Beberapa produk ikan asap khas Indonesia ialah ikan Salai di Sumatera Selatan, Sumatera Barat, Sumatera Utara, dan Kalimantan Selatan; ikan Asar di Maluku dan ikan Fufu di Sulawesi Utara dan Gorontalo; ikan Pe atau ikan panggang di Jawa Tengah dan Jawa Timur; serta ikan Kayu di Sulawesi Selatan, Sulawesi Tenggara, Sulawesi Utara dan Papua Barat.

A. Ikan Salai

Produk ikan Salai Lele merupakan salah satu bentuk hasil olahan ikan Lele yang diasapi dan banyak ditemukan di daerah Sumatera Barat, Sumatera Utara hingga Sumatera Selatan. Proses pengolahan ikan Salai ini cukup praktis, mudah, dan hemat biaya. Pengolahannya dapat menggunakan peralatan yang sederhana dan mudah dibuat. Pembuatan ikan Salai Lele pada prinsipnya merupakan suatu cara pengolahan ikan melalui proses penarikan air dari jaringan tubuh

ikan dibarengi dengan pelapisan senyawa kimia yang berasal dari asap hasil pembakaran kayu. Mutu ikan Salai dapat dilihat dari penampakan dan warna produk yang cokelat keemasan, bersih, dan mengkilat. Tekstur daging Salai ikan Lele adalah padat, kering, liat, berkeping halus, dan agak lembab. Pengasapan ikan Salai Lele ini dapat dilakukan dengan pengasapan dingin dan panas. Tahap-tahap pengolahannya meliputi pemberokan, preparasi bahan bakar dan alat pengasapan, pembelahan, dan penyiangan ikan, pemanggangan, pengasapan (4-16 jam) dan pengepakan (Djarajah, 2004).



Gambar 28. Ikan Salai

B. Ikan Fufu

Ikan Fufu biasanya dibuat dari bahan baku ikan Cakalang dengan menggunakan alat pengolah sederhana. Prosedur pembuatannya ialah pertama-tama ikan disiangi, ikan berukuran besar dipotong dengan irisan membujur untuk memudahkan pengasapan. Proses pengasapannya dimulai dengan membakar sabut kelapa, menyusun ikan pada rak-rak, lalu ikan dibiarkan terasapi selama empat jam. Proses pengolahan ikan Fufu ini memiliki persamaan dengan proses pengolahan ikan Asar, hanya saja pada beberapa daerah terdapat perbedaan pada jenis kayu yang digunakan, proses preparasi, suhu dan waktu pengasapan (DKP Papua, 2006).



Gambar 29. Ikan Cakalang Fufu

C. Ikan Pe atau Ikan Panggang

Ikan Pe adalah sebutan untuk ikan yang diproses dengan cara diasap di Jawa Timur; ikan dimatangkan dengan dibakar di atas api sehingga ikan tersebut matang bukan karena panas api tetapi lebih karena panasnya asap. Biasanya ikan yang digunakan untuk ikan Pe adalah ikan Pari tetapi saat ini hampir semua jenis ikan dapat dibuat menjadi ikan Pe. Potongan-potongan ikan ditusuk dengan batangan bambu pada proses pembuatannya untuk memudahkan proses pengasapan dan kemudian dipanggang di atas bara tempurung kelapa. Tempurung kelapa ketika dibakar akan mengeluarkan minyak yang akan memberikan aroma asap yang khas (Missae, 2009).



Gambar 30. Ikan Pe (Ikan Panggang)

D. Ikan Kayu

Ikan Kayu diproduksi secara komersial untuk diekspor. Ikan Kayu yang dihasilkan berupa *arabushi*, yaitu ikan yang sudah diasapi dan dikeringkan tanpa dilakukan proses fermentasi sesuai dengan permintaan negara pengimpor. Biasanya fermentasi produk dilakukan sendiri di negara pengimpor dengan cara khusus untuk mengontrol pertumbuhan kapang. Ekspor dalam bentuk *arabushi* ini menyebabkan nilai tambah menjadi lebih kecil dibandingkan nilai tambah

yang diperoleh dari *katsuobushi*. Mutu *katsuobushi* sebagai bahan penyedap masakan sangat ditentukan oleh citarasa spesifik yang dimilikinya. Citarasa ini ditentukan oleh perubahan senyawa *volatil* dan *nonvolatil* selama proses fermentasi. Proses fermentasi ditentukan oleh jenis kapang yang digunakan dan lama fermentasi. Menurut penelitian Giyatmi (1998), ikan kayu *arabushi* memiliki kandungan air 13,22%, kadar protein 74,57%, kadar lemak 3,51% dan kadar abu 3,20%, sementara menurut Sunahwati (2000), *arabushi* memiliki kandungan air 14,57%, kadar protein 67,54%, kadar lemak 1,57%, dan kadar abu 4,08%.



Gambar 31. Ikan Kayu (*Katsuobushi*)

E. Ikan Roa

Di Kabupaten Banggai ada beberapa jenis ikan yang dapat diolah dengan cara pengasapan, salah satunya ialah ikan Roa atau Julung-julung (*Hemirhamphus* sp.). Produksi ikan Roa asap tahun 2007 adalah 115 ton dan pada tahun 2008 sebesar 120 ton dengan jumlah pengolah sebanyak 12 orang yang tersebar di daerah Kabupaten Banggai. Adapun pemasarannya meliputi daerah Manado, Gorontalo, dan Palu.

Proses pembuatan ikan roa asap adalah sebagai berikut:

- 1) Ikan Roa (*Hemirhamphus* sp.) segar, dicuci dengan air bersih.
- 2) Setelah ikan dicuci, dilakukan penirisan di dalam keranjang.
- 3) Ikan disusun dan dijepit pada anyaman bambu.
- 4) Setelah ikan selesai dijepit proses selanjutnya adalah pengasapan. Pada tahap persiapan batang pohon kelapa sebagai bahan bakar yang akan menghasilkan asap telah disediakan dibawah rak pengasapan. Selanjutnya ikan diatur di atas rak pengasapan yang

berjarak 1 meter dari lantai dasar rumah asap. Ikan disusun secara vertikal yaitu bagian kepala ikan menghadap ke bawah.

- 5) Proses pengasapan terbagi dalam dua tahap. Tahap pertama pengasapan berlangsung selama ± 6 jam dengan kisaran suhu pengasapan 40°C - 80°C , kemudian pengasapan tahap ke dua dilakukan selama ± 4 jam dengan kisaran suhu 40°C - 60°C . Pada tahap kedua, posisi ikan dibalik yaitu bagian kepala menghadap ke atas. Selanjutnya ikan dipindahkan ke rak kedua yang letaknya ± 1 m di atas rak pertama.
- 6) Setelah diangin-anginkan selama 3 hari pada rumah asap, ikan Roa asap dikemas (sampel diikat dan dipak dalam dos karton kemudian dibungkus dalam karung plastik).



Gambar 32. Ikan Roa Asap

MUTU IKAP ASAP

Setelah dilakukan proses pengasapan, mutu ikan asap harus sesuai dengan kriteria yang terdiri dari kenampakan, warna, bau, rasa, dan tekstur ikan asap tersebut. Berikut merupakan kriteria mutu sensoris ikan asap yang dapat dilakukan secara organoleptik.

Tabel 13. Kriteria Mutu Sensoris Ikan Asap

Parameter	Deskripsi Mutu Ikan Asap
Kenampakan	Permukaan ikan asap cerah, cemerlang, dan mengkilap. Apabila kusam dan suram menunjukkan bahwa ikan yang sedang diasap sudah kurang bagus mutunya atau karena perlakuan dan proses pengasapan tidak dilakukan dengan baik dan benar. Tidak tampak adanya kotoran berupa darah yang mengering, sisa isi perut, abu, atau kotoran yang lain. Adanya kotoran semacam ini menjadi indikasi bahwa pengolahan dan pengasapn ikan tidak baik. Apabila pada permukaan ikan terdapat deposit kristal garam berarti hal ini menunjukkan proses penggaraman menggunakan konsentrasi yang besar sehingga ikan asap menjadi asin.
Jamur dan Lendir	Pada ikan asap tidak tampak tanda-tanda adanya jamur atau lendir.
Warna	Ikan asap berwarna coklat keemasan, coklat kekuningan, atau coklat agak gelap. Warna ikan asap tersebar merata. Adanya warna kemerahan di sekitar tulang atau berwarna gelap di bagian perut menunjukkan bahwa ikan yang diasap sudah bermutu rendah.

Bau	Bau asap lembut sampai cukup tajam atau tajam, tidak tengik, tanpa bau busuk, tanpa bau asing, tanpa bau asam, tanpa bau apek.
Rasa	Rasa lezat, enak, rasa asap terasa lembut sampai tajam, tanpa rasa getir atau pahit, tidak berasa tengik
Tekstur	Tekstur kompak, cukup elastik, tidak terlalu keras (kecuali produk tertentu seperti ikan kayu), tidak lembek, tidak rapuh, dan tidak lengket. Hendaknya kulit ikan tidak mudah dikelupas dari dagingnya.

Sumber: Singgih Wibowo (2002)

Ikan asap memiliki mutu yang telah disesuaikan oleh SNI. Persyaratan mutu ikan asap yang baik menurut SNI No. 01-2725-1992 adalah sebagai berikut:

Tabel 14. Persyaratan Mutu dan Keamanan Pangan Ikan Asap menurut SNI 2725: 2013

Jenis Uji	Satuan	Persyaratan
a. Sensori	-	Min.7 (skor 1-9)
b. Kimia		
- Kadar air	%	Maks. 60,0
- Kadar Lemak	%	Maks. 20,0
- Histamin***	mg/kg	Maks.100
c. Cemaran Mikroba		
- ALT	Koloni/g	Maksimum $5,0 \times 10^4$
- <i>Escherichia coli</i>	APM/g	< 3
- <i>Salmonella</i>	-	Negatif/ 25 g
- <i>Staphylococcus aureus</i>	Koloni/g	Maks. $1,0 \times 10^3$
- Kapang	Koloni/g	Maks. 1×10^2
d. Cemaran logam	mg/kg	Maks 1,0
- Arsen (As)	mg/kg	Maks 0,1
- Kadmium (Cd)	mg/kg	Maks. 0,1
Maks 0,5**		
- Merkuri (Hg)	mg/kg	Maks. 0,5
Maks. 1,0**		
- Timah (Sn)	mg/kg	Maks. 40,0
- Timbal (Pb)	mg/kg	Maks. 0,3
mg/kg	Maks. 0,4**	

e. Residu kimia*		
- Kloramfenikol	-	Tidak boleh ada
- Jumlah malachite green dan Leucomalachite green	-	Tidak boleh ada
- Metabolit nitrofuran (SEM, AHD, AOS, AMOZ)		Tidak boleh ada
f. Cemaran kimia		
- Benzo[a]piren*	µg/kg	Maks. 5
Catatan : * Bila diperlukan		
** Untuk ikan pradator		
*** Jika diperlukan untuk scombroid, clupeidae, pomatomidae, coryphaenidae		
Sumber: Badan Standarisasi Nasional Indonesia (2013)		

PENINGKATAN MUTU IKAN ASAP TRADISIONAL

Pengolahan ikan asap biasanya belum menerapkan *Good Manufacturing Practices* sehingga permasalahan yang muncul adalah perlu teknis penerapan atau *transfer* teknologi cara pengasapan yang benar sehingga dapat menghasilkan produk berkualitas dengan harga jual tinggi. Sampai saat ini, mereka masih menggunakan semacam tungku sederhana yang diberi rak, terbuat dari kawat untuk memanggang ikan di mana pengolah berlutut dengan asap di sekelilingnya. Hal ini terjadi selama bertahun-tahun dan berlangsung hampir setiap hari.

Untuk memproduksi ikan asap yang baik harus menerapkan beberapa unsur-unsur.

A. Bangunan dan Fasilitas Tempat Produksi

Bangunan dan fasilitas sangat penting peranannya dalam industri pengolahan ikan asap. Bangunan dan fasilitas yang ada dalam unit pengolah ikan asap harus dapat menjamin bahwa selama proses produksi berlangsung tidak terjadi kontaminasi atau pencemaran yang membahayakan.

Pemilihan Lokasi unit pengolah ikan harus mempertimbangkan beberapa hal antara lain keadaan lingkungan yang aman, tidak berhimpitan dengan perumahan. Di samping itu lokasi harus jauh

dari pencemaran lingkungan misalnya tempat pembuangan sampah, sungai yang kotor, dan juga udara yang berdebu atau menghasilkan banyak polusi karena hal-hal tersebut dapat mengontaminasi ikan asap dan dapat memengaruhi kualitas produk yang dihasilkan.

B. Penanganan Bahan Baku

Penanganan bahan mentah selama *handling, processing* dan *storage* harus diusahakan sebaik mungkin. Di negara-negara tropis, termasuk Indonesia, $\pm 20-30\%$ dari hasil tangkapan dikonsumsi dalam keadaan segar. Dan sekitar $70-80\%$ dari seluruh hasil tangkapan ikan diawetkan dengan cara tradisional. Untuk meningkatkan kualitas produk yang dihasilkan, diperlukan introduksi alat atau metode yang lebih baik, sehingga diharapkan produk yang dihasilkan akan lebih baik pula kualitasnya.

Beberapa contoh modifikasi alat pengasapan mulai dari tungku sederhana sampai kepada almari pengasap yang menggunakan *exhaust fan*. Idealnya, segera setelah tertangkap, ikan sedapat mungkin dipertahankan dalam penyimpanan pada suhu 0°C dengan penggunaan es selama transportasi dan menunggu proses selanjutnya.

Penanganan, pembersihan atau pencucian, dan pengasapan harus dilakukan sesegera mungkin, jangan ditunda-tunda atau mengulur waktu. Semua pekerjaan ini harus dilakukan dengan memperhatikan faktor-faktor sanitasi dan higienis. Proses pencucian pada pengolahan ikan asap harus menggunakan air yang bersih dan memenuhi persyaratan air minum yaitu tidak berwarna, tidak berbau, dan tidak terkontaminasi bakteri. Proses pengeringan dan pengasapan memerlukan pengawasan dan pengontrolan dalam interval waktu tertentu untuk mengetahui apakah ikan asap sudah cukup kering dan cukup matang. Setelah mengeluarkan ikan asap dari almari atau oven pengasapan, harus didinginkan terlebih dahulu pada suhu kamar atau lebih rendah lagi sebelum dilakukan pengepakan.

Fasilitas penyimpanan yang memadai bagi ikan asap sebelum dan selama didistribusi diperlukan untuk melindungi produk dari debu, partikel-partikel pasir atau tanah, sinar matahari langsung, hujan, insekta, dan rodensia. Fasilitas penyimpanan harus bersih dan sejuk mungkin, bebas dari insekta dan rodensia.

C. Penggunaan Insektisida

Produk ikan asap tradisional seringkali diserang insekta atau serangga. Ikan asap yang dalam keadaan masih basah, dan dibiarkan terbuka akan menjadi tempat yang disukai oleh lalat untuk bertelur. Oleh sebab itu serangan serangga selama penyimpanan dan rantai pemasaran harus dihindari sedapat mungkin. Penggunaan insektisida untuk mengatasi masalah ini pernah dilakukan tetapi risiko dan efek terhadap produk dan konsumen harus diteliti agar tidak membahayakan konsumen.

D. Pengepakan

Pengepakan adalah salah satu cara yang dapat dilakukan untuk mengurangi kerugian selama *handling*, penyimpanan dan distribusi. Fungsi pengepakan pada dasarnya adalah:

- 1) Tujuan utama, yaitu melindungi produk dari pengaruh-pengaruh fisika dan kimia dari luar mulai dari *processing* sampai ke tangan konsumen. Fungsi melindungi ini termasuk juga terhadap benturan dan faktor lain yang dapat menyebabkan kerusakan fisik, di samping itu perlindungan terhadap transportasi dingin atau *child resistance safety* yang merupakan usaha mempertahankan mutu sangat penting dalam hal pemasaran produk.
- 2) Pengepakan berfungsi sebagai identitas produk, yaitu dengan menuliskan atau memberikan informasi mengenai produk, misalnya: nilai nutrisi, cara penyimpanan produk yang dianjurkan bagi konsumen, cara memasak dan informasi lain yang diperlukan.
- 3) Memberikan kenyamanan dan kemudahan bagi konsumen, misalnya dalam hal: persiapan memasak atau *cooking preparation*, membuka, dan menutup kembali pengepakan, bahan pengepak tidak membahayakan dan lain-lain.
- 4) Untuk menarik konsumen atau pembeli, khususnya di supermarket-supermarket di mana konsumen lebih bebas memilih produk yang beraneka ragam dengan berbagai cara pengepakan yang berbeda. Dalam hal ini perlu diperhatikan bahwa pengepakan harus mampu berkomunikasi kepada konsumen dan menimbulkan keinginan membeli bagi konsumen.

- 5) Pengepakan meminimalkan pengaruh negatif dari lingkungan terhadap produk, tidak hanya selama proses pengepakan, *processing*, dan penyimpanan, tetapi juga melindungi produk sampai produk itu betul-betul tidak dapat lagi dikonsumsi oleh manusia.
- 6) Pengepakan harus menjaga keamanan produk mulai dari proses persiapan sampai dengan tujuan akhir penggunaan produk tersebut, dengan biaya yang tidak mahal. Dalam proses pengepakan ikan, kadang-kadang dijumpai beberapa kesulitan, antara lain:
 - Ukuran ikan yang berbeda-beda, sehingga kepadatan produk sulit diatur dan menyebabkan terdapatnya bagian yang kosong pada wadah dan ini menjadi tidak efisien baik secara ekonomi maupun selama transportasi. Di samping itu, bila ukuran ikan dalam satu wadah tidak seragam, maka pada saat terjadi guncangan ikan dapat mudah patah sehingga terjadi kerusakan fisik.
 - Kelembaban, kadar air ikan asap yang masih cukup tinggi dapat menyebabkan kelembapan pada wadah pengepakan menjadi tinggi pula. Suasana seperti ini dapat menyebabkan tumbuhnya jamur.

PENGASAPAN IKAN DAN KARSINOGENIK

Pengasapan tradisional, dikhawatirkan dapat menimbulkan senyawa karsinogenik yaitu PAHs, yang terbentuk selama proses pengasapan. PAHs akan secara langsung terdapat dalam ikan asap selama proses pengasapan secara tradisional. Proses pengasapan tradisional juga tidak memperhatikan suhu pengasapan, sehingga PAHs akan timbul apabila suhu proses pengasapan tinggi atau lebih dari 90 °C (Lund et al., 2009).

Senyawa-senyawa PAHs yang terdapat dalam ikan asap, tergantung pada proses pembakaran kayu yang bereaksi dengan lemak yang terkandung dalam ikan. Faktor-faktor yang memengaruhi jumlah PAHs yang terkandung dalam ikan asap meliputi, komposisi kayu, suhu pengasapan, lama pengasapan, dan oksigen yang masuk ke dalam ikan (Basak, 2010).

A. Sumber PAH Pada Ikan Asap

Beberapa PAH oleh para ahli telah ditemukan dalam daging dan ikan asap. Tidak semua PAH adalah karsinogenik tetapi *benzo(a)pyrene* (BP) dikenal sebagai indikator karsinogenesis. Beberapa jenis *sea-food* diketahui mengandung sejumlah PAH. Tetapi pada vertebrata tidak ditemukan, bahkan pada vertebrata yang hidup di air yang

terpolusi tidak terdeteksi adanya PAH. Beberapa ahli mengatakan bahwa ikan mempunyai kemampuan metabolisme terhadap PAH kemudian mengekskresikannya kembali.

Pada udang, lobster, dan kepiting ditemukan PAH dalam jumlah sangat kecil. Pada ikan olahan, kandungan PAH kemungkinan lebih besar, karena pengaruh berbagai sumber olahan. Kandungan PAH dalam ikan asap berasal dari asap kayu, karena fraksi hidrokarbon dalam asap mengandung sejumlah besar PAH dengan berbagai variasi. Sampai saat ini telah ditemukan kurang lebih 24 sampai 30 variasi PAH pada ikan asap.

Seperti telah diketahui bahwa komposisi dan kemampuan dari asap untuk bereaksi dengan ikan tergantung pada variasi dan komposisi kayu pada kondisi pemisahan asap dari kayu (*electrostatic precipitation*). Hal ini termasuk temperatur pembakaran, sirkulasi udara dan kebersihan kayu.

Pengaruh temperatur pembakaran kayu yang tinggi dapat menimbulkan tingginya kadar PAH, terutama dari pembakaran *lignin* dan *selulose*. Untuk menghindari terbentuknya BP, pembakaran kayu tidak boleh mencapai 200°C. karena proses pembakaran ini terkandung pada kecepatan aliran udara dan temperatur, maka pada pengasapan diperlukan kontrol terhadap kecepatan udara agar konstan sehingga akan menghasilkan temperatur yang konstan pula. Kecepatan pembentukan *phenol*, komponen karbonil dan PAH adalah fungsi dari temperatur dan kecepatan udara atau *air velocity*.

B. Kandungan PAH dalam Ikan Asap

Konsentrasi BP pada ikan asap menurut hasil beberapa penelitian menunjukkan kurang lebih antara 0,7 sampai 60 mg/g berat basah. Kandungan PAH pada bagian-bagian ikan asap yang dapat dimakan (*edible portion*) tergantung pada kondisi dari komponen-komponen yang terdapat dalam asap kayu dan parameter pengasapan lainnya serta spesies ikan yang diasapi.

Kandungan BP pada ikan asap yang diolah secara tradisional lebih tinggi jika dibandingkan dengan pengasapan modern yang menggunakan suhu rendah dan almari pengasapannya dirancang secara modern; bagian sumber asap terpisah dengan ruang pengasapan.

Tabel 15. Kandungan Benzo(a)pyrene Pada Ikan Asap

Produk	BP (mg/gr) Pada Ikan Asap			
	Oven Tradisional		Oven Modern	
	Bagian Dimakan	Kulit	Bagian Dimakan	Kulit
Pengasapan panas				
Sprat	1,1 – 2,4	9 – 28	-	-
Buckling	0,47 – 1,4	22 – 43	-	-
Mackarel	0,53 – 2,4	19 – 30	0,47 – 0,94	1,3 – 2,4
Eel	2,6 – 3,3	49 – 74	0,33 – 0,53	1,8 – 4,0
Halibut tanpa kulit	1,5 – 3,7	-	0,64 – 0,76	-
Dogfish tanpa kulit	2,6 – 3,7	-	1,1	-
Pengasapan panas				
Salmon tanpa kulit				
1. Lapisan luar	3,6	-	0,24 – 0,67	-
2. Lapisan dalam	0,62	-	0,24 – 0,67	-

Sumber: Steining (1976) dalam J.R. Burt (1998)

Dari tabel di atas terlihat bahwa pengaruh dari asap terhadap kandungan BP pada ikan asap sangat bervariasi. Demikian pula pengaruh kulit sebagai “*barrier*” terhadap dekomposisi PAH sangat jelas. Untuk membahas kemungkinan berbahayanya ikan asap bagi kesehatan manusia, perlu dipertimbangkan pula sumber-sumber PAH dari bahan makanan yang lain dan tingkat konsumsi ikan asap, sehingga dapat diestimasi banyaknya PAH yang dikonsumsi perhari. Di samping itu, perlu dipertimbangkan pula mengenai adanya substansi lain yang dapat memodifikasi aktifitas PAH.

Bahan makanan lain yang mempunyai kandungan BP lebih tinggi daripada ikan asap antara lain adalah roti/biskuit panggang, kopi yang dipanggang pada proses pembuatan bubuknya, minyak kedelai (*soya bean oil*) dan daging rusuk panggang. Untuk mengetahui efek karsinogenik dari PAH juga diperlukan aktivitas metabolik. Vitamin A dan antioksidan seperti BHA dan BHT dapat mengurangi efek karsinogenik dari PAH.

Ikan-ikan yang berkadar lemak tinggi kaya akan vitamin A dan asap kayu mengandung komponen antioksidan yaitu phenol. Sampai

saat ini, dari hasil penelitian tentang relatif kecilnya komponen PAH yang terdapat dalam ikatan dan produk pengasapan lainnya, dan juga dari perkiraan banyaknya produk pengasapan yang dikonsumsi manusia, dengan percobaan-percobaan terhadap hewan peliharaan yang diberi makan produk pengasapan dapat disimpulkan bahwa efek PAH yang terkandung dalam produk pengasapan tidak merupakan sumber penyebab bahaya karsinogen terhadap kesehatan manusia.

C. Komponen *N-nitrose Compounds* (NNC)

1. Sumber NNC dalam Ikan

Sejak tahun 1960, penelitian tentang komponen potensial dari karsinogen dalam produk perikanan telah dilakukan. Pada waktu itu ditemukan hewan peliharaan yang sakit setelah diberi makanan yang terbuat dari ikan (*fish meal*) yang diawetkan dengan nitrit.

N-nitrosamine (NNA) sebenarnya bukan berasal dari jaringan ikan. Komponen ini dibentuk oleh reaksi nitrogen oksida, terutama dengan gugus amini kedua yang terdapat dalam tubuh ikan. Nitrogen oksida dibentuk dari nitrit dengan reaksi seperti berikut ini, jumlah dan reaksi dari masing-masing spesies tergantung pada keasaman.

Tabel 16. Kandungan *N-nitrosamine* (NNA) Pada Ikan Asap

Jenis Ikan	Kandungan NNA (mg/gr)		
	Total NNA	NDMA	NDEA
Ikan Sprat Baltic			
Beku	6,6 – 20,5	20,3	1,8
Asap (pengasapan panas)	5,6 – 32	105,0	10,00
Dalam kaleng + minyak			
Pada daging ikan	5,0 – 31,0	-	-
Pada minyak	29,0 – 86,0	-	-
Total isi kaleng	10,2 – 27,4	41,6	4,1
Ikan Herring			
Beku	16,5	12,5	1,4
Asap (pengasapan panas)	22,0	5,7–9,4	0,6–0,8
Dalam kaleng + minyak			
Pada daging ikan	15,5 – 28,0	1,5–2,6	
Pada minyak	47,5–103,3	0,3–0,5	
Total isi kaleng	27,5 – 44,8	1,2–2,3	
Ikan Cod			

Beku	38,8	21,6	
Asap (pengasapan panas)	136	67,1	
Dalam kaleng + minyak			
Pada daging ikan	40,5	12,3	
Pada minyak	71,0	40,0	
Total isi kaleng	45,2	16,5	

Sumber: Dikun et al, 1980) dalam J.R Burt (1988)

Produk perikanan dikenal kaya akan gugus amino tetapi mengandung sedikit nitrit. Penggunaan sodium nitrit sebagai zat pengawet dalam industri perikanan tidak diperbolehkan dan penggunaan nitrat hanya diperbolehkan dalam dosis yang sangat rendah di beberapa negara dan juga terbatas pada beberapa produk antara lain: *anchovi* atau komoditi yang diasamkan. Pada ikas asap, sumber utama nitrogen oksida adalah berasal dari asap kayu.

2. Kandungan NNC Pada Ikan Asap

Beberapa jenis produk perikanan telah terdeteksi mengandung NNA dalam jumlah kecil. Hal ini disebabkan karena penggunaan nitrat pada proses pengawetan.

Tabel 17. Kandungan *N-nitrosodimethylamine* (NDMA) Pada Ikan Asap

Ikan	Pengasapan	NDMA (mg/gr)
Halibut	Panas	1,3
Herring	Panas	1,4
Mackerel	Panas	8,6
Eel	Panas	55,8
Salmon	Dingin	Tidak terdeteksi

Sumber: Roper et al (1981) dalam J.R Burt (1988)

Total NNA dapat dideteksi dengan *Colorimetry*, sedangkan NDMA dan NDEA (*N-nitrosodiethylamine*) dapat dideterminasi dengan gas *Liquid Chromatography*. Dari hasil penelitian selama ini tidak ditemukan kadar NNA yang tinggi kecuali pada ikan Eel asap (tabel 6).

Pertimbangan mengenai kemungkinan berbahayanya kandungan NNC dalam produk ikan asap seperti halnya pembahasan mengenai PAH di atas, haruslah menyangkut pada aspek-aspek lainnya yang dapat memengaruhi. Bila dibandingkan dengan produk

makanan yang lain, komposisi NNC dalam ikan asap tidak lebih tinggi. Dengan proses sterilisasi, NNC dapat rusak. Demikian pula pada proses metabolisme dapat rusak oleh mikroorganisme, sehingga menurunkan kadar NNC yang dikonsumsi.

PENGARUH PENGASAPAN TERHADAP NUTRISI IKAN

Pada setiap proses pengolahan ikan, terjadinya kehilangan sebagian nutrisi tidak dapat dihindari. Proses pengasapan tradisional, khususnya pengasapan panas atau *hot smoking* sering terjadi kasus kerusakan nutrisi seperti protein dan lemak karena proses pemanasan dan pengasapan yang kurang terkontrol. Keadaan ikan yang masih basah dikarenakan kurangnya waktu penirisan, seringkali menyebabkan terjadinya penurunan nutrisi pada ikan asap.

A. Kadar Protein Ikan asap

Kualitas ikan asap, dapat dilihat dari kandungan protein. Protein merupakan biomolekul yang dapat berperan dalam membentuk kualitas ikan, karena protein dapat mengalami perubahan apabila mengalami pengasapan. Kadar protein beberapa jenis ikan yang diasap menggunakan tungku dan *smoking cabinet* tersaji pada tabel di bawah ini.

Tabel 18. Kadar Protein Beberapa Jenis Ikan Asap

Jenis Ikan	Kadar protein		
	Ikan Asap Tungku	Ikan Asap <i>Smoking cabinet</i>	Ikan Segar
Nila	26,63	27,50	15,8
Bandeng	26,03	25,62	22,84
Lele	22,90	25,21	19,1
Patin	21,09	21,81	14,54
Tongkol	28,57	29,72	23,2
Mujahir	28,93	25,96	18,7
Tenggiri	25,14	24,49	21,4
Manyung	28,28	30,27	12,45
Sembilang	27,88	26,56	
Pari	27,77	31,70	16,86

Berdasarkan dari Tabel, pengasapan dengan *smoking cabinet* dan tungku pada sepuluh jenis ikan sebagian besar menghasilkan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$) terhadap nilai kadar protein yaitu ikan Bandeng, Tongkol, Lele, Pari, Sembilang, dan Mujair. Sedangkan perbedaan pengasapan dari sepuluh jenis ikan yang berbeda sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap protein adalah ikan Patin dan ikan Manyung. Perbedaan nilai kadar protein dikarenakan adanya perbedaan kandungan protein dari sepuluh jenis ikan.

Kandungan protein ikan asap yang paling tinggi adalah ikan Pari asap dengan *smoking cabinet*. Sedangkan yang paling rendah adalah ikan Patin asap menggunakan tungku. Hal ini dapat disimpulkan bahwa penggunaan *smoking cabinet* dapat menjaga nilai protein dalam ikan asap dibandingkan dengan tungku. Tingginya nilai protein pada pengasapan ikan menggunakan *smoking cabinet*, disebabkan karena ikan tidak secara langsung terkena api dari proses pembakaran kayu, hanya terkena asap hasil pembakaran kayu. Sehingga, protein dalam ikan sebagian besar tidak ikut rusak. Karena protein merupakan senyawa yang mudah mengalami perubahan apabila terkena suhu lebih dari 50°C . Protein apabila terkena suhu panas, akan mengalami proses denaturasi dan menyebabkan koagulasi dalam protein, sehingga mampu memengaruhi kualitas ikan asap.

Menurut Ghozali *et al.*, (2004), kadar protein dapat menurun karena adanya proses pengolahan, dengan terjadinya denaturasi

protein selama pemanasan. Protein yang terdenaturasi akan mengalami koagulasi apabila dipanaskan pada suhu 50°C atau lebih.

Pengeringan dengan suhu yang tinggi (lebih dari 80°C bahkan dapat juga melebihi 100°C) akan mempermudah proses oksidasi atau ketengikan, hal ini akan diikuti oleh penurunan kualitas protein. Proses pengasapan panas harus diusahakan tidak melebihi suhu 70-80 °C atau kurang dari 70°C, disesuaikan dengan ukuran dan kondisi ikan segar yang akan diasapi. Penggunaan suhu yang tidak terlalu tinggi dapat mengurangi kerusakan protein.

Komposisi karbonil yang terkandung pada asap atau yang berasal dari hasil oksidasi lemak dapat beraksi dengan komposisi-komposisi asam amino yang berasal dari protein ikan. Reaksi ini menyebabkan penurunan pemanfaatan protein atau "*protein utilization*", khususnya asam *amino essential lysine*. Untuk meminimalkan efek tersebut, maka waktu pengasapan sebaiknya tidak terlalu lama dan konsentrasi asap tidak terlalu tinggi.

Selain mengalami penurunan kadar protein, terdapat juga beberapa jenis ikan yang mengalami peningkatan kadar protein. Hal ini sesuai dengan pernyataan Winarno (1991) bahwa menurunnya kadar air pada ikan asap diikuti dengan naiknya komposisi protein. Adanya proses pemanasan akan menyebabkan perubahan struktur protein atau yang biasa disebut dengan denaturasi protein. Protein yang terdenaturasi akan berkurang kelarutannya, sehingga pada saat terjadi penguapan air dalam daging ikan, protein akan tertinggal atau terendap dalam daging ikan sehingga protein tersebut menggumpal. Selain itu kenaikan protein pada tubuh ikan disebabkan oleh adanya reaksi antara protein dan garam yang menimbulkan larutan kental dalam daging ikan.

Selama proses penyimpanan kadar protein pada ikan asap biasanya mengalami penurunan. Penurunan kadar protein selama penyimpanan disebabkan oleh aktivitas bakteri memecah protein.

B. Kadar Lemak Ikan Asap

Lemak merupakan bagian dari kandungan ikan yang memiliki nilai lebih sedikit dibandingkan dengan protein. Akan tetapi lemak merupakan faktor pendukung dalam menghasilkan rasa dan aroma

pada ikan asap. Nilai kandungan lemak dalam ikan asap menggunakan *smoking cabinet* dan tungku dapat dilihat dalam tabel dibawah ini.

Tabel 19. Kadar Lemak Pada Beberapa Jenis Ikan Asap

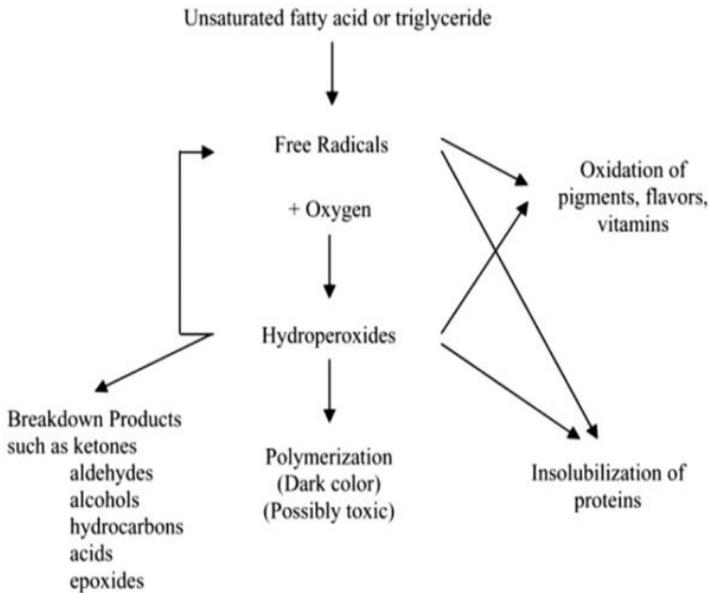
Jenis ikan	Kadar Lemak (%)		
	Ikan asap Tungku	Ikan Asap <i>Smoking cabinet</i>	Ikan segar
Nila	3,55	3,26	
Bandeng	5,54	6,97	
Lele	4,24	4,85	
Patin	5,74	6,77	
Tongkol	2,56	2,18	
Mujahir	1,64	3,00	
Tenggiri	3,04	2,48	
Manyung	4,52	5,78	
Sembilang	4,38	4,93	
Pari	1,70	2,25	

Pengasapan panas, dapat memengaruhi perubahan nilai kadar lemak, dalam hal ini, lemak pada ikan asap dengan menggunakan *smoking cabinet*, sebagian besar lebih tinggi dibandingkan dengan tungku. Hal ini disebabkan oleh jarak sumber panas dengan ikan yang berbeda. Jarak antara sumber panas dengan ikan pada tungku sangat dekat, sehingga diindikasikan lemak pada ikan mengalami kerusakan. Berbeda dengan *smoking cabinet*, meskipun menggunakan metode pengasapan panas, jarak antara sumber panas dengan ikan tidak dekat, maka kerusakan lemak akibat panas dapat dikurangi. Selama penyimpanan kandungan lemak pada ikan mengalami penurunan dan ketengikan. Penurunan kandungan lemak dapat disebabkan karena adanya aktivitas bakteri pembusuk yang menguraikan nilai gizi pada ikan asap.

Minyak atau lemak yang terkandung dalam tubuh ikan mudah mengalami oksidasi karena adanya kontak langsung dengan udara di sekitarnya. Peristiwa ini ditandai dengan munculnya bau tengik pada produk. Bau tengik ini dapat mengurangi nilai penerimaan konsumen terhadap ikan asap. Ikan asap tradisional biasanya memiliki rasa dan aroma asap yang sangat kuat, hal ini disebabkan karena densitas asap dan penerapan suhu tinggi. Oleh karena itu proses oksidasi pun dapat dihambat, karena sap mengandung *fenol* yang termasuk senyawa antioksidan. Namun demikian jika proses

oksidasi lemak terjadi maka akan terjadi reaksi antara protein dan vitamin, sehingga mengurangi nilai nutrisi ikan asap tersebut.

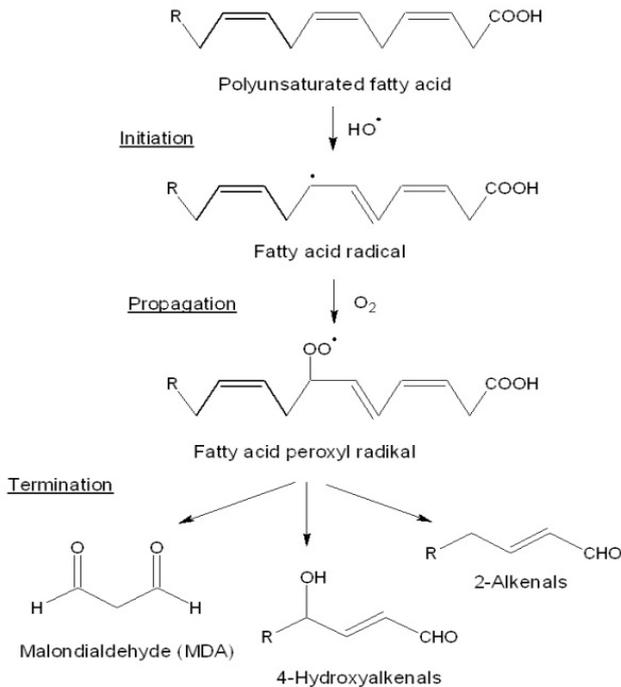
Secara alami ikan mengandung 1 sampai 6 ikatan rangkap dalam bentuk asam lemak. Mekanisme oksidasi secara keseluruhan dari asam lemak tak jenuh (RH), menghasilkan hidroperoksida pada tahap inisiasi. Selanjutnya pada tahap kedua akan terjadi proses dekomposisi yang dapat menghasilkan berbagai senyawa kimia yang menimbulkan rasa yang enak atau tengik pada ikan asap. Mekanisme oksidasi lemak dapat dilihat pada Gambar 33.



Gambar 33. Mekanisme Oksidasi Lemak

Tahap-tahap oksidasi lemak, pembentukan hidroperoksida dan selanjutnya terjadi rantai reaksi radikal bebas terdiri dari tiga tahap berikut ini:

- 1) Tahap inisiasi yaitu tahap pembentukan radikal bebas dan selanjutnya menghasilkan hidrogen peroksida
- 2) Tahap propagasi, yaitu proses perkembangan pembentukan radikal bebas, disertai dengan rantai radikal bebas atau *free radical chain reaction*.
- 3) Tahap terminasi, yaitu tahap perubahan reaksi kimia dari radikal bebas membentuk produk non radikal.



Gambar 34. Tahapan-tahapan Oksidasi Lemak

Seperti di negara-negara beriklim tropis lainnya, Indonesia mempunyai jumlah spesies ikan berkadar lemak tinggi (*fatty fish*) dan ikan berlemak sedang (*semi fatty fish*) yang cukup banyak. Ikan-ikan jenis ini mudah mengalami oksidasi terutama bila diolah dengan penerapan suhu tinggi atau dikeringkan. Semakin tinggi tingkat kekeringan ikan, semakin besar kemungkinan lemak akan mengalami oksidasi. Garam dan haemo-protein mempunyai efek prooksidan, substansi-substansi fenol dalam asap mempunyai aktivitas antioksidan, sehingga dapat melindungi lemak.

Ikan kaya akan asam lemak tak jenuh salah satunya adalah asam lemak omega-3, yang disebut juga asam linolenat. Turunan asam lemak omega-3 yang banyak terdapat dialami terutama hasil laut adalah EPA dan DHA. Asam lemak omega-3 sangat berguna untuk kesehatan manusia karena dapat mencegah penyakit-penyakit yang berhubungan dengan peredaran darah. Akan tetapi sifat asam lemak yang mudah rusak karena proses pemanasan. Cara memasak dan mengolah ikan akan menurunkan atau menghilangkan sama sekali potensi asam lemak pada ikan.

Salah satu ikan yang mempunyai kandungan asal lemak omega-3 EPA dan DHA cukup tinggi adalah ikan bandeng. Ikan Bandeng segar mempunyai kandungan EPA sebesar 8% dan kandungan DHA sebesar 9,5%, setelah mengalami proses pengasapan dengan menggunakan tungku kandungan EPA mengalami penurunan sebesar 5,57% dan DHA sebesar 5,62%, sedangkan ikan bandeng asap yang diolah menggunakan *smoking cabinet* mengalami penurunan kandungan EPA sebesar 4,42% dan kandungan DHA sebesar 5,31%.

Penurunan asam lemak omega-3 pada kedua metode pengasapan tersebut terjadi karena adanya proses kerusakan lemak yang berlangsung selama proses pengolahan. Proses pengasapan dengan suhu tinggi atau pengasapan panas yang suhunya tidak terkontrol dapat menyebabkan terjadinya oksidasi lemak. Menurut Ketaren (1986), kerusakan lemak terjadi karena proses oksidasi oleh oksigen terhadap asam lemak tidak jenuh dalam lemak. Proses oksidasi dapat terjadi pada suhu kamar, dan selama proses pengolahan menggunakan suhu tinggi. Hasil oksidasi lemak pada bahan pangan tidak hanya mengakibatkan rasa dan bau yang tidak enak, tetapi juga dapat menurunkan nilai gizi, karena kerusakan vitamin (karoten dan tokoferol) dan asam lemak *essential* dalam lemak tersebut.

Persentase EPA dan DHA akan menurun seiring dengan lamanya proses pemasakan. Penurunan EPA dan DHA ini disebabkan oleh adanya reaksi oksidasi terhadap kedua senyawa tersebut. Hal ini terjadi karena EPA dan DHA merupakan asam lemak tidak jenuh sehingga mudah mengalami oksidasi oleh senyawa-senyawa lain. Reaksi oksidasi terjadi dengan penyebab berupa inisiator berupa suhu tinggi karena pemanasan. Faktor lain yang menjadi penyebab perbedaan kandungan EPA dan DHA pada kedua metode adalah tingkat serapan fenol yang berbeda mengakibatkan laju oksidasi masing-masing ikan asap berbeda pula. Hal ini disebabkan karena fenol berfungsi sebagai antioksidan sehingga dapat menghambat oksidasi lemak pada ikan asap.

C. Kadar Air Ikan Asap

Air merupakan kandungan yang terbesar dalam ikan. Air merupakan sarana mikroorganisme untuk berkembang. Sehingga, proses pengasapan, memiliki tujuan untuk menghilangkan kadar

air dalam ikan, dan diharapkan dapat memperpanjang umur simpan ikan asap. Hasil analisa kadar air dari berbagai jenis ikan yang diolah menggunakan tungku dan *smoking cabinet* tersaji pada tabel di bawah ini.

Tabel 20. Kadar Air Pada Beberapa Jenis Ikan

Jenis Ikan	Kadar Air (%)		
	Ikan Asap Tungku	Ikan Asap <i>Smoking Cabinet</i>	Ikan Segar
Nila	61,93	61,68	
Bandeng	61,85	60,27	
Lele	66,34	62,35	
Patin	61,59	63,45	
Tongkol	61,75	61,30	
Mujahir	62,48	63,24	
Tenggiri	65,12	62,12	
Manyung	60,02	59,50	
Sembilang	59,83	61,63	
Pari	64,03	64,44	

Selama proses pengasapan terjadi penurunan kadar air. Penurunan ini disebabkan adanya proses penggaraman dan pemanasan yang dapat mengurangi kandungan air dalam tubuh ikan. Afrianto dan Liviawaty (1993) mengatakan bahwa garam mempunyai sifat *hygroskopis* yang menyerap cairan dalam daging ikan melalui proses osmosis. Selanjutnya selama proses pengasapan juga terjadi proses pengeringan, sehingga berat ikan akan berkurang bersamaan dengan menguapnya air. Di satu sisi penurunan kadar air dapat memberikan efek pengawetan, tetapi di sisi lain akan membuat daging keras dan mengurangi *yield*.

Standard nilai kadar air ikan asap berdasarkan SNI adalah maksimal 60%. Produk ikan asap menggunakan *smoking cabinet* dan tungku memiliki kadar air yang sebagian besar melebihi batas standard yang telah ditentukan oleh SNI. Tingginya kadar air, disebabkan oleh lama waktu pengasapan yang relatif pendek dan suhu pengasapan yang fluktuatif, menyebabkan proses penguapan air menjadi tidak stabil dan menyebabkan nilai kadar air masih tinggi. Menurut Swastawati (2008), penurunan kadar air sebesar 35,05-38,28% selama pengasapan, disebabkan oleh pengaruh dari penambahan dan konsentrasi garam, serta pengasapan. Menurut Winarno et al., (1980) dalam Saleh *et al.*, (1995), terjadinya penurunan kadar air akibat

dari penguapan dari produk karena pengaruh suhu udara dan kelembapan lingkungan sekitar menyebabkan penguapan dalam produk. Tingginya kadar air dalam ikan asap yang diolah menggunakan *smoking cabinet* dan tungku, dapat memengaruhi kualitas ikan asap yang dihasilkan.

D. Kadar Abu Ikan Asap

Kadar abu merupakan parameter nilai gizi suatu bahan produk yang dihasilkan oleh komponen zat anorganik yang terdapat dalam ikan. Kadar abu pada ikan asap yang diolah menggunakan tungku dan *smoking cabinet* tersaji pada Tabel 21.

Tabel 21. Kandungan Kadar Abu Pada Beberapa Jenis Ikan

Jenis Ikan	Kadar Abu (%)		
	Ikan Asap Tungku	Ikan Asap <i>Smoking Cabinet</i>	Ikan Segar
Nila	2,65	2,48	
Bandeng	2,20	1,97	
Lele	1,96	1,55	
Patin	1,86	2,25	
Tongkol	2,59	2,45	
Mujahir	1,75	1,61	
Tenggiri	2,10	2,96	
Manyung	1,91	2,13	
Sembilang	1,61	1,68	
Pari	1,73	1,73	

Perbedaan nilai kadar abu, disebabkan oleh lama waktu pengasapan, serta jenis ikan yang digunakan. Semakin besar ukuran ikan, maka nilai kadar abu semakin tinggi. Hal ini didukung dengan hasil penelitian dari Saleh et al., (1994), kadar abu ikan bandeng segar adalah 1,38% dan setelah mengalami proses pengasapan menjadi 2,68%. Sedangkan berdasarkan hasil penelitian dari Daramola et al., (2007), ikan Nila asap memiliki kadar abu sebesar 9,41% lebih tinggi dibandingkan nilai kadar abu ikan Nila segar sebesar 7,60%. Kenaikan ini menurut Kanoni (1991), hal tersebut terjadi karena pengendapan unsur-unsur mineral yang terdapat dalam garam saat proses perendaman dalam larutan garam. Unsur-unsur yang terdapat dalam mineral adalah *fosfor, kalsium, potassium, sodium, magnesium, belerang, dan klorin*.

Kadar abu merupakan parameter nilai gizi bahan makanan. Abu adalah zat anorganik yang dihasilkan dari sisa pembakaran suatu bahan organik. Dalam proses pembakaran, bahan-bahan organik terbakar tetapi zat organiknya tidak ikut terbakar, oleh karena itu disebut dengan abu. Kandungan abu dan komposisinya tergantung dari jenis bahan. Sebagian besar bahan makanan, yaitu sekitar 96% terdiri dari bahan organik dan air. Sisanya terdiri dari unsur-unsur mineral. Di dalam tubuh, unsur-unsur mineral berperan dalam zat pembangun dan pengatur. Menurut Sudarmadji et al., (2003), kadar abu berhubungan dengan mineral suatu bahan. Mineral yang terdapat dalam bahan dapat merupakan dua macam garam, yaitu garam organik dan anorganik. Komponen mineral dalam bahan dapat ditentukan jumlahnya dengan cara menentukan sisa-sisa pembakaran garam mineral tersebut, yang dikenal dengan pengabuan.

E. Nilai pH

pH merupakan indikator kualitas ikan asap, yang dapat memengaruhi kadar protein, *phenol*, *formaldehid*, dan asam organik. Adapun nilai pH ikan asap dari berbagai macam jenis ikan yang diolah menggunakan *smoking cabinet* dan tungku tradisional, dapat dilihat pada Tabel 22.

Tabel 22. Nilai pH Pada Beberapa Jenis Ikan Asap

Jenis Ikan	Nilai pH	
	Ikan Asap Tungku	Ikan Asap <i>Smoking Cabinet</i>
Nila	5,9	6,3
Bandeng	6,2	4,7
Lele	6,2	6,3
Patin	5,7	5,0
Tongkol	5,7	5,4
Mujahir	6,8	5,2
Tenggiri	6,6	5,1
Manyung	6,8	5,4
Sembilang	6,7	6,9
Pari	6,8	6,8

Dari tabel di atas, dapat disimpulkan bahwa asap dari tempurung kelapa, mampu menurunkan nilai pH dari berbagai jenis ikan yang

diasapi baik menggunakan *smoking cabinet* maupun tungku. Nilai pH yang terendah adalah ikan Bandeng asap yang menggunakan *smoking cabinet*. Nilai pH yang rendah, dapat memengaruhi kualitas ikan asap yang dihasilkan. Semakin rendah nilai pH maka diindikasikan akan merusak protein, karena protein rentan mengalami kerusakan akibat pH, suhu, dan proses pengolahan. Hasil penelitian Suprayitno et al., (2000), menunjukkan bahwa perbedaan nilai pH ikan Sidat asap berkaitan dengan kandungan asam yang terdapat dalam asap. Kondensat asap kayu akasia memiliki asam-asam organik paling rendah yaitu 23,48%. Kandungan asam yang tinggi akan menyebabkan nilai pH ikan asap menurun.

Martinez et al., (2005) menjelaskan bahwa pengasapan menyebabkan penurunan pH, akibat dari penyerapan komponen asam-asam yang terdapat dalam asap. Reaksi antara *phenol*, *polyphenol*, dan komponen karbonil dengan protein menyebabkan kehilangan kadar air sehingga menurunkan pH ikan asap.

F. Nilai Asam Organik

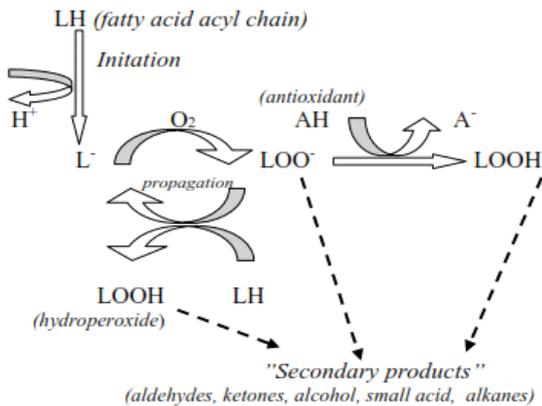
Kandungan asap yang berperan dalam menghambat pertumbuhan mikroorganisme selain *phenol* dan *formaldehid* adalah asam organik. Adapun hasil pengujian asam organik pada sepuluh jenis ikan.

Kandungan asam organik yang paling tinggi adalah ikan Bandeng asap menggunakan *smoking cabinet* sebesar 0,53%. Asam organik beserta *phenol* dan *formaldehid*, berperan dalam kualitas ikan asap, membentuk warna ikan asap menjadi coklat keemasan, aroma khas ikan asap, antibakteri, dan antioksidan.

Menurut Darmadji (1996), keasaman mempunyai peranan yang besar dalam penghambatan mikrobia. Pada pH 4, asap cair mampu menghambat pertumbuhan mikrobia. Asap cair tempurung kelapa dengan pengenceran 10x mampu menghambat pertumbuhan bakteri selama 16 jam pada suhu 30°C sebesar $2,4 \times 10^5$ CFU/gram dan pada suhu 40 C sebesar $1,3 \times 10^5$ CFU/gram. Berdasarkan hasil penelitian dari Swastawati (2008), penggunaan asap cair tempurung kelapa pada ikan Lele asap, memiliki nilai TPC sebesar 53,33 CFU/gram. Sedangkan ikan Lele asap dengan perlakuan menggunakan asap cair sekam padi, memiliki nilai TPC sebesar 46,67 CFU/gram.

REAKSI KIMIA SENSORI IKAN ASAP PADA PENGASAPAN PANAS

A. Oksidasi Lemak



Gambar 35. Mekanisme Oksidasi Asam Lemak

Sumber: Siagian (2002)

Gambar menunjukkan bahwa tahap awal terjadinya oksidasi asam lemak adalah tahap inisiasi. Pada tahap inisiasi terjadi pembentukan radikal asam lemak, yaitu suatu senyawa turunan asam lemak yang bersifat tidak stabil dan sangat reaktif akibat dari hilangnya satu atom hidrogen. Hidroperoksida yang terbentuk bersifat tidak stabil dan akan terdegradasi lebih lanjut menghasilkan senyawa-

senyawa karbonil rantai pendek seperti *aldehida* dan *keton* yang bertanggung jawab atas *flavor* makanan berlemak. Pada tahap selanjutnya, yaitu propagasi, radikal asam lemak akan bereaksi dengan oksigen membentuk radikal peroksi. Radikal peroksi lebih lanjut akan menyerang asam lemak menghasilkan hidroperoksida dan radikal asam lemak baru. Tanpa adanya antioksidan, reaksi oksidasi lemak akan mengalami terminasi melalui reaksi antarradikal bebas membentuk kompleks radikal bebas. Antioksidan yang baik akan bereaksi dengan radikal asam lemak segera setelah senyawa tersebut terbentuk (Siagian, 2002).

Kandungan lemak ikan Bandeng yang tinggi dipengaruhi oleh metode pengolahan dan kandungan lemak alami dari bahan baku yang digunakan. Komposisi kimia lemak dalam ikan lebih beragam dan lebih banyak mengandung asam lemak tak jenuh daripada lemak dan minyak lain yang terkandung secara alami. Variasi jumlah kandungannya dipengaruhi oleh tempat hidup, musim, sumber makanan, aktivitas, fase pertumbuhan (Bligh *et al.*, 1988). Ditambahkan Espe *et al.*, (2002), bahan baku segar yang digunakan dalam pengasapan secara signifikan akan memengaruhi hilangnya komponen nutrisi, semakin tidak berlemak ikan maka kehilangan lemak akan lebih tinggi

B. Kenampakan

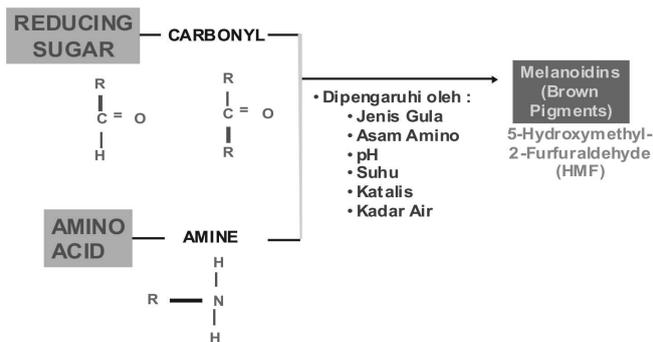
Menurut Astuti (1985), selama pengasapan panas suhu yang tinggi dapat menyebabkan lemak dalam daging ikan mencair dan mengalami penetrasi ke permukaan daging ikan. Hal ini mengakibatkan kenampakan menjadi mengkilat dan banyak asap yang melekat sehingga warnanya menjadi coklat. Ditambahkan Swastawati (2007), *formaldehid* dan *fenol* akan membentuk lapisan damar pada permukaan, sehingga tampak mengkilat. Dalam berlangsungnya reaksi ini diperlukan suasana asam (asap).

Kenampakan pada ikan asap yakni warna coklat keemasan adalah akibat dari proses pengasapan itu sendiri, komponen-komponen kimia yang terdapat dalam ikan bereaksi dengan komponen-komponen kimia yang ada dalam asap. Hal ini dikarenakan juga dari efek pemanasan suhu tinggi yang terjadi saat proses pengasapan berlangsung. Menurut Girard (1992), senyawa karbonil memberikan

kontribusi terhadap pembentukan warna yang disebabkan adanya interaksi antara karbonil dengan gugus amino, sedangkan pengaruhnya pada cita rasa yang kurang menonjol (hangus) akibat terlalu lamanya proses pengasapan dan semakin banyak komponen asap yang bereaksi dengan ikan sehingga kenampakan menjadi coklat.

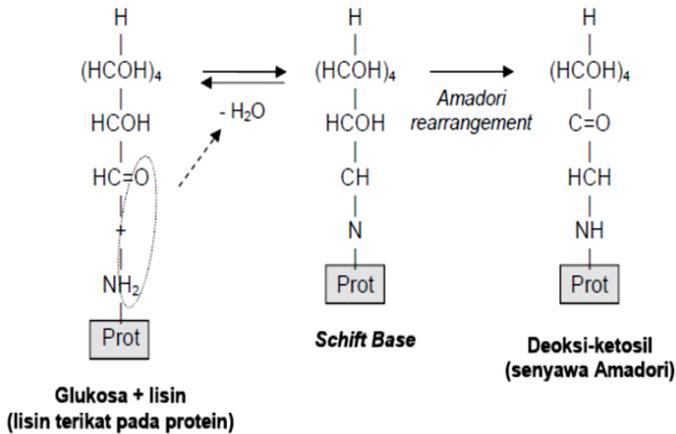
Warna daging ikan menjadi kuning keemasan atau coklat disebabkan terjadinya reaksi kimia *fenol*, zat asam, dan oksigen dari udara. Menurut Muchtadi dan Ayustaningwarno (2010), penyebab terjadinya perubahan warna adalah reaksi kimia gula dan asam amino dari protein. Saat terjadi keadaan ini, gugusan amino dari protein bereaksi dengan gugusan *aldehida* atau *keton* yang berasal dari komponen asap. Hal ini didukung oleh pernyataan Mc Gill *et al.*, (1974) diacu dalam Tampubolon (1988), bahwa senyawa asam organik dalam asap memberikan warna pada makanan yang diasap. Mekanisme terjadinya reaksi pencoklatan tersaji pada Gambar 36.

NON-ENZYMATIC BROWNING (Maillard)



Gambar 36. Mekanisme Terjadinya Reaksi Maillard

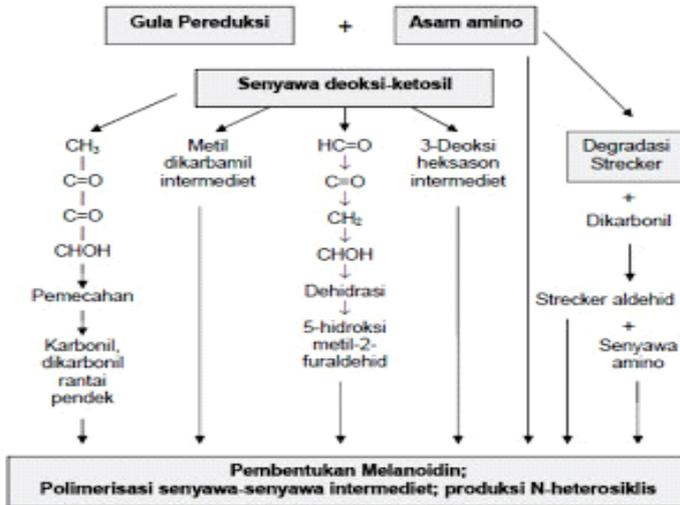
Berdasarkan skema sederhana di atas dapat dilihat bahwa terjadinya reaksi *Maillard* sebagai akibat keberadaan gula reduksi yang mengandung ujung karbonil yang bebas dalam bentuk *aldehid* dan *keton* kemudian bereaksi dengan gugus amin bebas pada asam amino, dengan pengaruh jenis gula, asam amino, pH, suhu, katalis, dan kadar air maka terbentuklah melanoidin (*brown pigment*). Reaksi *Maillard* pada tahap awal disajikan pada Gambar 37.



Gambar 37. Reaksi Antara Gugus Aldehid Glukosa dengan Gugus Amino Lisin yang Terikat Pada Protein (Reaksi Maillard Tahap Awal)

Sumber: Palupi *et al.*, (2007)

Menurut Palupi *et al.*, (2007), suatu aldosa bereaksi bolak-balik dengan asam amino atau dengan suatu gugus amino dari protein sehingga menghasilkan basa Schiff, kemudian perubahan terjadi menurut reaksi amadori sehingga menjadi amino ketosa. Dehidrasi dari hasil reaksi Amadori membentuk turunan-turunan *furfuraldehida*, misalnya dari heksosa diperoleh *hidroksi metil furfural*. Proses dehidrasi selanjutnya menghasilkan hasil antara metil α -dikarbonil yang diikuti penguraian menghasilkan reduktor-reduktor dan α -dikarboksil seperti *metilglioksal*, *asetol*, dan *diasetil*. Aldehid-aldehid aktif dari 3 dan 4 terpolemerisasi tanpa mengikutsertakan gugus amino (disebut kondensasi aldol) atau dengan gugus amino membentuk senyawa berwarna cokelat yang disebut *melanoidin*. Reaksi Maillard tahap lanjutan disajikan pada Gambar 38.



Gambar 38. Reaksi Gugus Aldehid Glukosa dengan Gugus Amino Pada Protein (Reaksi *Maillard* Tahap Lanjutan)

Sumber: Palupi *et al.*, (2007)

Sebagaimana gambar 30 di atas pembentukan reaksi *Maillard* akan menghasilkan senyawa *melanoidin* dan 5-hidroksimetil-2-Furfuraldehid. Terbentuknya senyawa ini selama proses pengolahan pangan kadang dikehendaki dengan alasan sifat sensoris yang ditimbulkannya berkaitan dengan pembentukan warna kecoklatan dan aroma yang diinginkan, namun di sisi lain dari segi gizi, gula pereduksi yang telah berikatan dengan asam amino lisin membentuk reaksi *Maillard* ini akan kehilangan fungsi fisiologisnya sebagai sumber energi di dalam tubuh.

Rasa sedap khas keasap-asapan tersebut disebabkan oleh adanya senyawa dalam asap yang melakukan penetrasi ke permukaan daging, yakni *fenol*. Menurut Hadiwiyoto (2000), aerosol asap yang menempel pada permukaan ikan tersebut akan mengadakan penetrasi pada jaringan ikan. Oleh karena itu konsentrasi asap sangat tinggi maka jumlah asap yang menempel dan mengadakan penetrasi juga banyak.

Menurut Swastawati (2007), rasa sedap keasap-asapan dihasilkan oleh asam-asam, *phenol*, *aldehyde* serta zat-zat lain sebagai bahan pembantu untuk menghasilkan rasa tersebut. Ditambahkan Girard (1992) dan Cardinal *et al.*, (2006), *fenol* adalah zat yang memainkan peran penting dalam karakteristik yang diinginkan rasa dan bau

pada ikan asap. Menurut Murniyati dan Sunarman (2000), pengasapan yang terlalu lama akan menghilangkan kelezatan ikan karena terlalu banyak air yang hilang, demikian juga karena pemakaian asap yang terlalu panas.

Menurut de Man (1997), tekstur dapat digolongkan sebagai parameter sekunder dengan istilah populer mudah remuk, renyah, dan rapuh berkaitan dengan kandungan air dan lemak. Menurut Andersen *et al.*, (1997), faktor yang memengaruhi perbedaan pengukuran tekstur adalah kadar lemak. Ditambahkan Sirgurgisladottir *et al.*, (2000), faktor lain adalah lokasi di mana ikan ditangkap dan langkah pengolahan.

Menurut Fauzi dan Ahmad (2011), sebenarnya pengasapan panas ini hampir menyerupai pemanggangan (*barbeque*) sehingga memang diperlukan suhu panas sehingga ikan segera matang dan bagian luar menjadi keras (*case hardening*). *Case hardening* kurang baik untuk mendapatkan ikan asap kering tetapi baik untuk ikan asap lembab, karena akan menghalangi kehilangan air yang terlalu banyak di bagian dalam daging ikan sehingga menyebabkan keadaan lembab tetap terjaga. Ditambahkan oleh Yulistiani (2008) bahwa perubahan tekstur juga terjadi akibat pengasapan karena bereaksinya komponen asap dengan protein permukaan. Pada produk yang diasap dijumpai adanya peningkatan fraksi stroma, dan penurunan fraksi nitrogen protein miofibrilar serta gugus *sulfhidril* bebas.

Menurut Yulistiani (2008), perubahan tekstur juga terjadi akibat pengasapan karena bereaksinya komponen asap dengan protein permukaan. Pada produk yang diasap dijumpai adanya peningkatan fraksi stroma dan penurunan fraksi nitrogen protein *miofibrilar* serta gugus *sulfhidril* bebas. Hal ini mungkin berkaitan dengan pembentukan ikat-silang protein pada permukaan yang berhubungan dengan perkembangan warna dan citarasa. Terjadinya ikat-silang menghasilkan kerak luar yang keras dan stabil, yang mungkin siap mengalami degradasi oleh panas, mikroba, gelatinisasi, dan air. Ikat-silang yang berlebihan akan menghambat penetrasi senyawa asap. Akibatnya, daerah di bawah permukaan tetap tidak terasapi, menjadi lunak dan cepat rusak karena degradasi, sementara itu di bagian luar terjadi pengkerasan.

Kemungkinan jamur hanya akan muncul ketika produk telah mengalami penyimpanan dan disebabkan faktor lingkungan yang

tidak mendukung. Menurut Muchtadi dan Ayustaningwarno (2010), kebanyakan kapang adalah *mesofilik* dan mempunyai suhu optimum 25°- 30°C untuk tumbuh.

Biasanya lendir hanya akan muncul ketika produk telah mengalami penyimpanan dan disebabkan faktor lingkungan yang tidak mendukung dan akhirnya muncul bakteri yang menghasilkan lendir. Menurut BPP-UNRI (2010), reaksi asam lemak bebas dengan oksigen di udara terbuka menghasilkan *rancidity* yakni bau yang tidak diinginkan, termasuk munculnya bau busuk akibat proses pembusukan oleh bakteri. Kombinasi seluruh aktivitas jamur dan bakteri secara totalitas menjadi unsur penolakan dari parameter organoleptik atau sensori.

Daftar Pustaka

- Adawyah, R. 2010. Pengolahan dan Pengawetan Ikan. Jakarta: Bumi Aksara.
- Afrianto, E dan Liviawaty, E. 1989. Pengawetan dan Pengolahan Ikan. Yogyakarta: Kanisius.
- Bligh, E.G. dan Dyer, W.J. 1988. "The Composition of Food Consumed by Greenlandic Eskimos", *ActaMed. Scand*, Volume 200: 1988.
- Burgess, G.H.O. *et.al.* 1965. *Fish Handling and Processing*. Edinburg: HMSO.
- Cardinal M, Cornet J, Serot T, Baron R (2006). "Effects of the Smoking Process on Odor Characteristics of Smoked Herring (*Clupeaharengus*) and Relationships with Phenolic Compound Content". *Food Chem.* No: 96 (137-146).
- Clucas, I.J., and A.R. Ward. 1996. *Post-Harvest Fisheries Development: A Guide to Handling, Preservation, Processing and Quality*. Natural Resources Institute.
- Darmanto, Y.S., Swastawati, F., Agustini, T.W., dan Dewi, E.N. 2009. *Pengasapan Ikan dari Tradisional sampai Modern*. Semarang: Badan Penerbit UNDIP.
- Dhien, Megan. 2004. "Marine Organism: Benthos". *Tripod*. 3 Maret 2004. <<http://dheinml.tripod.com/benthos.htm>>. 20 Maret 2014.
- Espe M, Nortvedt R, Lie O, Hafsteinsson H. 2002. "Atlantic Salmon (*Salmosalar*, L) as Raw Material for the Smoking Industry. II: Effect of different smoking methods on losses of nutrients and on the oxidation of lipids". *Food Chem.* 77: 41-46.
- Fauzi, Ahmad Muhtar. 2011. "Pengasapan Ikan Menggunakan Lemari Asap Skala Rumah Tangga". *Jurnal Perikanan dan Kelautan Universitas Riau*. 16,1 (2011): 103-116.

- Girard, J.P. 1992. *Smoking*, In: *Technology of Meat and Meat Products*, J.P. Girard and I. Morton (ed). New York: Ellis Horwood Limited.
- Guilliams, T.G. 2000. "Fatty Acids: Essential Therapeutic". *Journal of Science*. The Standard. No.2 (2). Washington. USA.
- Hadiwiyoto, S. 1993. *Teknologi Pengolahan Hasil Perikanan*. Jilid 1. Yogyakarta: Penerbit Liberty.
- Hadiwiyoto, S. Darmadji, P., Purwasari, S.R. 2000. "Perbandingan Pengasapan Panas dan Penggunaan Asap Cair pada Pengolahan Ikan: Tinjauan Kandungan Benzopiren, Fenol, dan Sifat Organoleptik Ikan Asap". *Agritech*, Vol. 20 No. 1, hlm. 14-19.
- Hasbullah. 2005. *Pengolahan Pangan*. Sumatera Barat: Dewan Ilmu Pengetahuan, Teknologi dan Industri Sumatra Barat.
- Hudaya, S dan Setiasih, D. 1980. *Dasar-dasar Pengawetan Ikan*. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Direktorat Jendral Pendidikan Menengah Kejuruan.
- Ilyas. S. 1973. *Pengantar Pengolahan Ikan*. Jakarta: Lembaga Penelitian Teknologi Perikanan.
- Kanoni, S. 1999. *Kimia dan Teknologi Pengolahan Ikan*. Yogyakarta: PAU Pangan dan Gizi. Universitas Gajah Mada.
- Kementerian Kelautan dan Perikanan. 2011. "Statistik Kelautan dan Perikanan 2009". *Volume Produksi Perikanan Budidaya menurut Komoditas Utama 2005-2009*. Jakarta: KKP.
- Maga, J.A. 1987. "The Flavor Chemistry of Wood Smoke". *Food Review International*. 3: 139-183. Marketed in Benin metropolis Nigeria. *Journal of Fisheries and Hydrobiology* 5 (2): 99-104.
- Martinez O, Salmeron J, Guillen MD, and Casas C. 2007. "Sensorial and Physicochemical Characteristics of Salmon (*Salmo Salar*) Treated by Different Smoking Process During Storage". *Food Science and Technology International* 13 (6): 477-484.
- McGill, A.S., Hardy, R., Burt, J.R., & Gunstone, F. D. 1974. "Hept-cis-4-enal and its contribution to the oû-ûavour in cold stored cod". *Journal of Science and Food Agriculture*, 25, 1477-1489.
- Muchtadi, T.R. dan Fitriyono Ayustaningwarno. 2010. *Teknologi Proses Pengolahan Pangan*, cetakan keempat. Bandung: Penerbit CV: Alfabeta.

- Murniyati, A dan Sunarman. 2000. *Pendinginan, Pembekuan, dan Pengawetan Ikan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Palupi, N.S., dan Zakaria FR. 2007. *Modul e-Learning ENBP*. Bogor: Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Siagian. 2002. *Albiner: Bahan Tambahan Makanan*. Medan: Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sumatera Utara.
- Swastawati, F. 2007. *Pengasapan Ikan Menggunakan Liquid Smoke*. Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro.
- Wibowo, S. 1996. *Industri Pengasapan Ikan*. Jakarta: Penerbit Swadaya.
- Winarno, F.G., dkk. 1980. *Pengantar Teknologi Pangan*. Jakarta: Penerbit PT. Gramedia.
- Yulstiani, R. 2008. *Monograf Asap Cair Sebagai Bahan Pengawet Alami Pada Produk Daging dan Ikan*. Surabaya: UPN Veteran.
- Zaitsev, I., et.al. 1969. *Fish Curing and Processing*. Moskow: Mir Publishers.
- <<http://www.fao.org/>>. diakses 20 Maret 2014.
- <<http://www.organisasi.org/>>. diakses 20 Maret 2014.
- <<http://www.underwatertimes.com>>. Diakses 20 Maret 2014.
- <www.klikdokter.com>. diakses 20 Maret 2014.
- <<http://www.anneahira.com/bakteri-pembusuk.htm>>, diakses pada 25 Maret 2014

Tentang Penulis



Dr. Ir. Fronthea Swastawati, M.Sc. lahir di Kebumen, 23 Februari 1959. Gelar Sarjana Perikanan beliau peroleh dari Jurusan Perikanan Fakultas Peternakan Universitas Diponegoro Semarang pada Tahun 1983; Gelar *Master of Science* pada tahun 1993 di University of Humber, UK dalam bidang *Food Science and Technology*; Gelar Doktor diraih pada tahun 2008 di UNDIP.

Tahun 2009 sampai 2014, penulis menjabat sebagai pengelola Laboratorium Kimia Dasar, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro. Tahun 2010 penulis dilantik sebagai ketua Pusat Program Pelayanan & Pelatihan Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Universitas Diponegoro; amanah tersebut akan diemban oleh penulis sampai tahun 2014. Selanjutnya, pada tahun 2016, penulis dilantik menjadi Wakil Sekretaris Universitas Diponegoro.

Berawal dari studi di Inggris, penulis mencoba mengembangkan teknik pengasapan dengan asap cair di Indonesia. Mengingat, Indonesia sebagai negara Tropis yang kaya akan tumbuh-tumbuhan sebagai bahan baku asap cair. Asap cair diyakini mampu untuk mengatasi masalah pengasapan secara tradisional, baik dari segi keamanan pangan maupun masalah polusi lingkungan. Namun, prosedur pembuatan asap cair dan pengasapan dengan asap cair belum banyak diketahui dan diterapkan oleh masyarakat umum.

Dengan penuh keyakinan dan dedikasi, penulis yakin bahwa penerapan asap cair ini mampu digunakan oleh masyarakat Indonesia sehingga tidak tertinggal dengan negara lain yang telah menggunakan

tenologi ini. Melalui kegiatan penelitian; pengabdian kepada masyarakat; publikasi-publikasi ilmiah, sosialisasi dan pelatihan-pelatihan, serta penerbitan buku ajar diharapkan akan dapat memberikan informasi kepada masyarakat tentang manfaat dan penggunaan teknologi asap cair.

Beberapa karya yang telah dituliskan sebelumnya antara lain: *Pengasapan Ikan dari Tradisional sampai Modern* (2009), *Manfaat dan Karakter Kolagen dari Berbagai Limbah Tulang Ikan* (2009), *Prerequisite Technique on the Fish Processing Units* (2009), *Ubur-ubur, Potensi, dan Pemanfaatannya* (2010), *Penerapan Asap Cair Sebagai Alternatif Pemecahan Masalah Polusi Udara Pada Pengolahan Ikan Asap di Indonesia* (2011). Penulis juga memiliki paten No.IDP 000037276 (2014) tentang Pemanfaatan Limbah Pertanian untuk Asap Cair dan Desain Peralatan.