

**KESAN KEPEKATAN NATRIUM KLORIDA, KAEDAH
PENGERINGAN DAN PENYIMPANAN KE ATAS
KUALITI DENDENG IKAN YU
(Chiloscyllium sp)**

RATNA SARI DEWI

**UNIVERSITI SAINS MALAYSIA
2015**

**KESAN KEPEKATAN NATRIUM KLORIDA, KAEDAH PENDINGINAN
DAN PENYIMPANAN KE ATAS KUALITI DENDENG IKAN YU
(Chiloscyllium sp)**

oleh

RATNA SARI DEWI

**Tesis yang diserahkan untuk
memenuhi keperluan bagi
Ijazah Sarjana Sains**

August 2015

PENGHARGAAN

Alhamdulillah, syukur saya ke hadrat Allah kerana dengan limpah kurnia-Nya telah memberikan kekuatan dan semangat yang tabah dalam melaksanakan kajian penyelidikan dan menyiapkan tesis ini. Dikesempatan ini, saya ingin merakamkan setinggi-tinggi penghargaan kepada Prof.Madya Dr. Nurul Huda sebagai penyelia utama dan Dr. Ruzita Ahmad sebagai penyelia bersama yang telah memberi tunjuk ajar, bimbingan dan sokongan yang padu sepanjang projek ini dijalankan. Tidak lupa juga ucapan ribuan terima kasih kepada semua pensyarah dan kakitangan makmal Pusat Pengajian Teknologi Industri yang telah banyak membantu dalam menjayakan projek ini.

Kepada rakan-rakan seperjuangan yang turut memberi dorongan, tunjuk ajar serta nasihat yang membina, khasnya kepada Ainul, dan rakan-rakan terapat yang lain sehinggalah tesis ini berjaya disiapkan.

Dikesempatan ini juga, saya ingin mengucapkan ribuan terima kasih kepada kedua ibu bapa dan seluruh keluarga yang sentiasa memahami masalah yang dihadapi serta doa restu untuk terus maju ke hadapan. Semoga bantuan dan kerjasama yang diberikan mendapat rahmat dari-Nya.

Ratna Sari Dewi

August 2015

SENARAI KANDUNGAN

	Muka surat
PENGHARGAAN	ii
SENARAI KANDUNGAN	iii
SENARAI JADUAL	vii
SENARAI RAJAH	viii
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	xi
1. PENGENALAN	1
1.1 Pengenalan Am	1
1.2 Objektif Penyelidikan	4
2. TINJAUAN LITERATUR	5
2.1 Tangkapan dan Penggunaan Ikan Yu di Malaysia	5
2.2 Dendeng Ikan	9
2.2.1 Ramuan Pembuatan Dendeng	10
2.2.2 Kaedah Pembuatan Dendeng	11
2.3 Faktor Kemerostan Makanan	12
2.4 Kaedah Pengeringan Dendeng Ikan	13
2.4.1 Kaedah Pengeringan Dengan Sinar Matahari	14
2.4.2 Kaedah Pengeringan Dengan Alat Pengering	15
2.4.3 Perubahan yang berlaku akibat pengeringan	16

2.5	Penggunaan Agen Antimikrob	18
2.5.1	Sodium Benzoat	19
2.5.2	Sodium Nitrit	21
2.6	Aktiviti Air (a_w) dan Perubahan Mikrobiologi	22
2.7	Kualiti Protein	23
2.8	Mikroskop Elektron Penskanan (SEM)	24
3.	BAHAN DAN KAEDAH	26
3.1	Bahan Penyelidikan	26
3.1.1	Bahan Mentah	26
3.1.2	Ramuan	27
3.1.3	Pembuatan Dendeng	28
3.2	Kaedah Penyelidikan	30
3.2.1	Kajian Perbezaan Kadar Garam Terhadap Fiziko-kimia Dendeng Ikan Yu	32
3.2.2	Kajian Perbezaan Pengeringan Terhadap Kualiti Dendeng Ikan Yu	32
3.2.3	Kajian Penambahan Agen Antimikrob Terhadap Penyimpanan Dendeng Ikan yu	33
3.3	Kaedah Analisis	34
3.3.1	Penentuan Kandungan Lembapan	34
3.3.2	Penentuan Kandungan Lemak Kasar	34
3.3.3	Penentuan Kandungan Protein Kasar	35
3.3.4	Penentuan Kandungan Abu	36
3.3.5	Penentuan Kandungan Karbohidrat	37

3.3.6	Penentuan Warna	37
3.3.7	Penilaian Sensori	37
3.3.8	Analisis Mineral	38
3.3.9	Penentuan Profil Asid Amino	39
3.3.10	Analisis Tekstur	40
3.3.11	Mikroskop Elektron Pensakanan (SEM)	41
3.3.12	Aktiviti air (a_w)	41
3.3.13	Analisi Mikrobiologi	42
3.4	Analisis Statistik	44
4.	KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN	45
4.1	Kajian Perbezaan Kadar Garam Terhadap Fiziko-kimia Dendeng Ikan Yu	45
4.1.1	Komposisi Proksimat	45
4.1.2	Penilaian Warna	47
4.1.3	Penilaian Sensori	48
4.2	Kajian Perbezaan Kaedah Pengeringan Terhadap Kualiti Dendeng Ikan Yu	49
4.2.1	Komposisi Proksimat	50
4.2.2	Kandungan Mineral	52
4.2.3	Komposisi Asid Amino	55
4.2.3.1	Skor Kimia	56
4.2.3.2	Skor Asid Amino	57
4.2.3.3	Indeks Asid Amino Perlu	58
4.2.4	Penilaian Warna dan Tekstur	59

4.2.5	Pemeriksaan Imbasan Mikroskopi Elektron (SEM)	61
4.2.6	Penilaian Sensori	63
4.3	Pengaruh Penambahan Agen Antimikrob Terhadap Penyimpanan Dendeng Ikan Yu	65
4.3.1	Hitungan Plat Keseluruhan (TPC) Dendeng	65
4.3.2	Hitungan Yis dan Kulapuk	66
4.3.3	Aktiviti Air (a_w)	67
5.	KESIMPULAN	69
6.	CADANGAN KAJIAN LANJUTAN	71
	RUJUKAN	72
	LAMPIRAN	81
	SENARAI PENERBITAN	85

SENARAI JADUAL

JADUAL	Muka surat
2.1 Jumlah pendaratan ikan yu di Malaysia (1982-2001)	7
2.2 Komposisi kimia daging ikan uu	8
2.3 Komposisi kimia (% berat kering) dendeng daging giling dan dendeng ikan.	10
3.1 Formulasi ramuan dendeng ikan yu (1000g)	28
3.2 Formulasi ramuan dendeng ikan yu dengan perbezaan kadar garam	32
3.3 Formulasi dendeng ikan yu dengan penambahan sodium benzoat dan sodium nitrit	33
4.1 Komposisi proksimat dendeng ikan yu	46
4.2 Keputusan analisis warna dendeng ikan yu	47
4.3 Beberapa atribut sensori dendeng ikan yu ($n = 30$)	49
4.4 Komposisi proksimat dendeng ikan yu	50
4.5 Kandungan mineral dendeng ikan yu ($\text{mg } 100\text{g}^{-1}$)	53
4.6 Komposisi asid amino dendeng ikan yu ($\text{g}/100\text{g}$ protein)	55
4.7 Skor kimia dendeng ikan yu	57
4.8 Skor asid amino dendeng ikan yu	58
4.9 Indeks asid amino perlu dendeng ikan yu	59
4.10 Keputusan warna dan tekstur dendeng ikan yu	60
4.11 Penilaian sensori dendeng ikan yu ($n=30$)	63

SENARAI RAJAH

RAJAH	Muka surat
2.1 Yu Bodoh (<u>Chiloscyllium</u> sp.)	5
2.2 Struktur asid benzoik dan sodium benzoat	20
3.1 Ikan yu segar	26
3.2 Kepingan ikan yu selepas dibasuh dan dipotong	27
3.3. Carta alir pemprosesan dendeng ikan yu	29
3.4 Carta alir reka bentuk eksperimen	31
4.1. Pemeriksaan imbasan mikroskopi elektron (50x) ikan yu Segar, dendeng ikan yu dengan sinar Matahari, ketuhar perolakan, dan ketuhar vakum (a, b, c, d masing-masing)	62
4.2 Graf hitungan TPC melawan masa penyimpanan pada suhu bilik	66
4.3 Graf hitungan yis dan kulapuk melawan masa penyimpanan pada suhu bilik	61
4.4 Graf hitungan a_w selama masa penyimpanan dendeng ikan yu pada suhu bilik.	68

**KESAN KEPEKATAN NATRIUM KLORIDA, KAEDAH PENGERINGAN
DAN PENYIMPANAN KE ATAS KUALITI DENDENG IKAN YU
(Chiloscyllium sp)**

ABSTRAK

Satu kajian tentang kualiti dendeng ikan yu dengan kepekatan garam yang berbeza, kaedah pengeringan yang berbeza dan tambahan agen antimikrob, di sepanjang tempoh penyimpanan telah dijalankan. Dalam pembuatan dendeng ikan yu, perbezaan kepekatan garam (1%, 2%, 3%, dan 4%) dalam campuran rempah semasa perendaman menunjukkan tidak ada kesan signifikan ($p > .05$) ke atas kandungan proksimat sampel kecuali ia dapat meningkatkan kandungan abu dendeng ikan yu yang julatnya antara 5.69% hingga 8.08%. Perbezaan kepekatan garam juga memberikan kesan kepada warna dendeng ikan yu dengan signifikan ($p < .05$). Semakin tinggi kadar garam yang ditambah, semakin rendah nilai kecerahan, kemerahan dan kekuningan dendeng ikan Yu. Ujian sensori digunakan untuk menentukan penerimaan produk melalui 5 ciri (warna, bau, rasa, tekstur gigitan, penerimaan keseluruhan). Tidak terdapat perbezaan yang signifikan ($p > .05$) kecuali pada bau dan rasa. Kesan perbezaan kaedah pengeringan (sinar matahari, ketuhar perolakan dan ketuhar vakum) dendeng ikan yu ke atas kandungan proksimat, dan keputusan analisis ujian sensori menunjukkan tiada perbezaan yang signifikan pada ketiga-tiga sampel yang diuji. Bagaimanapun, kaedah pengeringan mempunyai pengaruh yang signifikan ($p < .05$) terhadap warna, tekstur, dan kandungan natrium. Kandungan natrium dendeng ikan yu berada pada julat 2257.72 - 2265.55 mg 100g⁻¹. Analisis statistik menunjukkan bahawa pengeringan vakum menghasilkan nilai warna tertinggi (kecerahan, kemerahan, dan kekuningan) tetapi ia menghasilkan nilai tekstur yang lebih rendah. Sampel dendeng ikan yu mengandungi semua jenis asid

amino perlu kecuali triptopan yang tidak dianalisis. Kajian nilai pemakanan menunjukkan dendeng ikan yu dengan perbezaan pengeringan masih mengandungi kualiti protein yang baik. Skor kimia dendeng ikan yu dengan pengeringan sinar matahari, ketuhar perolakan dan ketuhar vakum, masing-masing bernilai 51.15; 56.48, dan 51;86 dengan metionina + sistina (ketuhar perolakan) dan lisin (sinar matahari dan ketuhar vakum) sebagai asid amino terhad. Keputusan juga menunjukkan bahawa dendeng ikan yu mengandungi skor asid amino dan indeks asid amino yang lebih tinggi meskipun ianya lebih rendah daripada skor asid amino ikan yu segar. Gambar SEM juga menunjukkan bahawa kaedah pengeringan yang berbeza juga mempengaruhi mikrostruktur dendeng ikan yu. Penambahan sodium benzoat 0.01% dan sodium nitrit 0.01% ke dalam ramuan dendeng ikan yu adalah untuk mencegah pertumbuhan bakteria, yis, dan kulapuk dalam tempoh penstoran selama 28 hari. Penambahan agen antimikrob dapat sedikit-sebanyak menghalang pertumbuhan mikrob dalam dendeng ikan yu.. Selepas penstoran selama 7 hari, yis dan kulapuk telah dapat dikesan. Bagaimanapun sampel yang dirawat dengan sodium benzoat dan sodium nitrit masih dianggap selamat hingga hari ke-28 dalam penstoran.

**EFFECTS OF NATRIUM CHLORIDE CONCENTRATIONS, DRYING
METHODS AND STORAGE ON THE QUALITY OF SHARK DENDENG
(Chiloscyllium sp)**

ABSTRACT

A study on the quality of shark dendeng with different salt concentration, different drying method and the addition of antimicrobial agent throughout the storage period has been conducted. The different levels of salt concentration (1%, 2%, 3%, and 4%) during processing showed no significant effects ($p > .05$) on proximate content of the dendeng except the ash content increased between 5.69% and 8.08%. The different salt concentrations significantly affect ($p < .05$) the colour of the shark dendeng. The higher the salt concentration, the lower is the lightness value, the redness, and yellowness of the shark dendeng. Sensory test was used to determine the most acceptable product, based on 5 characteristics (colour, odour, taste, bite-texture, and overall acceptance). Results showed that no significant differences ($p > .05$) were found except for odour and taste values. The effect of different drying methods (sun drying, oven, and oven vacuum) of shark dendeng on proximate content, and the result of the sensory evaluation analysis showed no significant differences among these samples. However, drying methods had significant influence ($p < .05$) on the colour, texture, and natrium chloride content. Natrium chloride content of shark dendeng ranged between 2257.72 and 2265.55 mg 100g⁻¹. Statistical analysis showed that vacuum drying produced the highest colour value (brightness, redness, and yellowness) but produced lower texture value. The shark dendeng samples contained all types of necessary amino acids except triptopan which was not analysed. Nutritional study showed that shark dendeng dried using different methods still contain good quality protein. Chemical scores of sun drying,

hot air oven, and vacuum drying were 51.15, 56.48, and 51.86, respectively with methionine + cysteine (hot air drying) and lysine (sun drying and vacuum drying) as the limiting amino acids. Results also showed that shark dendeng had higher amino acids score and amino acid index, although its score was lower than that of fresh shark meat. The SEM photograph showed that different drying methods affected the microstructure of shark dendeng. The addition of 0.01% sodium benzoate and 0.01% sodium nitrite into shark dendeng formulation was to inhibit bacterial growth, yeast, and mould during 28 days of storage. The addition of antimicrobial agent slightly inhibits microbial growth of shark dendeng. After 7 days of storage, yeast and mould was detected. However, samples treated with sodium benzoate and sodium nitrite was still considered safe until 28 days of storage

BAB 1

PENGENALAN

1.1 Pengenalan Am

Ikan yu adalah sumber yang sangat berharga. Jumlah tangkapan ikan yu di Malaysia semakin meningkat setiap tahun. Purata tahunan tangkapan ikan yu pada tahun 2000 – 2010 mencapai 23,808 tan atau 2.9% dari total jumlah tangkapan dunia (FAO, 2012).

Nelayan-nelayan di Malaysia sebenarnya tidak menjadikan ikan yu sebagai sasaran tangkapan mereka. Selalunya ia merupakan tangkapan sampingan sahaja. Mereka lebih menumpukan kepada tangkapan jenis ikan yang bertulang. Ikan yu ini jika tertangkap, akan dibawa pulang ke pelabuhan dan dagingnya akan dijual pada harga yang rendah, manakala siripnya pula akan dijual dengan harga yang tinggi, kerana permintaan untuk sirip ikan yu adalah tinggi di Malaysia. Jenis ikan yu yang lebih kecil pula biasanya digunakan sebagai sumber daging segar, daging sejuk atau daging beku, manakala ikan yu yang besar akan diambil bahagian sirip dan kulitnya untuk dijual. Walau bagaimanapun, produk hasilan dari ikan yu, termasuk produk yang dikeringkan, adalah masih terhad (Lack & Glenn, 2012).

Ikan yu mempunyai kandungan urea yang tinggi. Urea di dalam darah dan tisu ikan yu ini membantu keseimbangan osmosis. Namun, jika ia salah dikendalikan, ia akan menimbulkan rasa dan bau ammonia yang kuat. Oleh sebab kandungan ammonia dan urea yang banyak ini, tempoh kesegarannya adalah terhad kepada beberapa hari sahaja (Ali et al., 2004). Pada tahun 2000 – 2008 Malaysia

mendatangkan sirip ikan yu kering dan asin, sirip ikan yu yang telah diawetkan, sirip ikan yu asin segar dan beku dalam jumlah 485 tan/ tahun (FAO 2010).

Dendeng ikan ialah sejenis produk tradisional yang berasal dari Indonesia yang diperbuat dengan menambahkan gula, garam, dan rempah kepada hirisan daging dan kemudian dikeringkan. Pengeringan ini boleh dilakukan dengan menggunakan cahaya matahari atau menggunakan mesin pengering. Dendeng hampir sama dengan produk-produk lain seperti “Biltong” di Afrika Selatan, “Beef Jerky” di Amerika, “Came de sol” di Amerika Selatan, “Charqui” di Brazil, “Lup Cheong,” “Isusou Gan,” “Nyoursou Gan” dan “Sou song” di China serta “Pemmican” di Amerika Utara (Leistner, 1987). Ikan yu sesuai untuk dijadikan dendeng kerana kandungan proteinnya yang tinggi dan lemaknya yang rendah.

Kebanyakan produk makanan cepat musnah secara semula jadi dan memerlukan pencegahan daripada kerosakan semasa proses penyimpanan dan pemasaran untuk mencapai tempoh angka hayat yang diinginkan (Singh, 2000). Pengeringan ialah proses mudah untuk mengawetkan ikan tanpa menggunakan mesin yang canggih dan boleh dikendalikan oleh pekerja yang kurang mahir. Proses pengeringan, sama ada tanpa garam atau selepas penggaraman telah digunakan secara meluas untuk tujuan mengawetkan ikan.

Biasanya dendeng dikeringkan menggunakan cahaya matahari. Pengeringan menggunakan cahaya matahari dilakukan dengan cara membiarkannya tidak bertutup. Justeru, ia akan meningkatkan peluang untuk berlakunya kontaminasi. Keadaan ini akan megalakkan pergerakan lalat yang akan bertelur di dalam daging ikan tersebut. Oleh kerana perkara ini tidak dapat dikesan dengan segera, ia akan mengakibatkan kerosakan semasa dalam proses penyimpanan dan boleh

mengakibatkan risiko yang tinggi terhadap kesihatan pengguna (Kituu et al., 2010). Oleh itu, langkah-langkah perlulah diambil untuk menggantikan dengan sistem yang moden dengan menggunakan mesin. Ini kerana dengan menggunakan mesin, proses pengawetan lebih terkawal dari segi suhu, pergerakan udara, dan seterusnya, kadar kelembapannya boleh ditentukan dengan lebih sistematik bagi menjamin kualiti produk.

Ikan kering secara umumnya, boleh berubah warna semasa dalam penyimpanan. Ia juga boleh menimbulkan rasa dan bau yang tengik. Hal ini boleh dicapai dengan mengawal suhu dan tempat penyimpanan serta menambahkan bahan pengawet seperti agen antimikrob. Walaupun terdapat laporan mengenai keberkesanan pelbagai bahan agen antimikrob seperti sodium nitrit dan sodium benzoat untuk mengawal kerosakan daging ikan, namun masih belum terdapat maklumat lengkap tentang penggunaannya secara komersil untuk dendeng ikan.

Prospek untuk pasaran yang semakin meningkat bagi ikan segar, serta ikan masin kering adalah memberangsangkan, terutamanya jika kaedah pengeluaran dan kualiti produk ditingkatkan. Faktor ekonomi dalam penggunaan tenaga paling penting dalam pengeluaran produk-produk kering. Walaupun hasil yang lebih tinggi dan produk yang lebih baik diperoleh dengan menggunakan mesin pengering berbanding pengeringan dengan cahaya matahari, kedua-dua kaedah tersebut boleh menghasilkan produk yang sama baik jika penjagaan khas diambil untuk melindungi ikan semasa proses pengeringan tersebut. Kaedah pembungkusan dan penyimpanan yang baik akan meningkat dan memperpanjangkan jangka hayat dendeng.

Oleh yang demikian, teknik-teknik pengawetan makanan perlu terus-menerus diperbaiki dan ditingkatkan. Walaupun telah banyak kemajuan yang dicapai dan

banyak kelemahan yang dapat diatasi, namun ahli-ahli sains dan teknologi makanan terutamanya dalam industri makanan hendaklah berusaha untuk memperbaiki dan meningkatkan kecekapan teknik pengawetan makanan supaya seiring dengan kemajuan teknologi peralatan, sekaligus dapat memenuhi kehendak pengguna.

Secara keseluruhannya, kajian ini merupakan kajian permulaan bagi pengembangan dan peningkatan teknologi pembuatan dendeng untuk mengatasi masalah kemerosotan kualiti dan meningkatkan jangka-hayat dendeng ikan yu.

1.2 Objektif Penyelidikan

Objektif keseluruhan penyelidikan ini adalah untuk meningkatkan teknologi pemprosesan dan memperbaiki kualiti makanan dendeng ikan yu serta memanjangkan tempoh jangka hayat produk tersebut. Objektif spesifik kajian ini adalah seperti berikut:

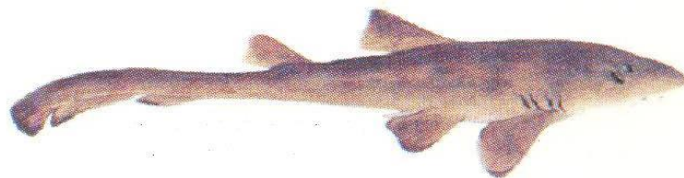
- (1) Menentukan kesan penambahan kadar garam terhadap kandungan proksimat, warna dan sensori dendeng ikan yu.
- (2) Menentukan kesan kaedah pengeringan terhadap kandungan proksimat, mineral, profil asid amino, tekstur, warna, SEM, dan sensori dendeng ikan yu.
- (3) Mengenal pasti kesan penambahan agen antimikrob sodium benzoat dan sodium nitrit terhadap mikrobiologi dan aktiviti air (a_w) dendeng ikan yu.

BAB 2

TINJAUAN LITERATUR

2.1 Tangkapan dan Penggunaan Ikan Yu di Malaysia

Ikan yu (jerung) adalah sumber perikanan yang sangat unik, tergolong dalam kelas “Chondrichthyes” dan subkelas “Elasmobranchii”. Menurut FAO (2002) kira-kira 465 jenis ikan yu ditemui di dunia. Ikan yu terbahagi kepada 8 kategori dan 31 keluarga. “Chiloscyllium sp” tergolong dalam kategori “Orectolobiformes” dan keluarga “Hemiscylliidae.” “Chiloscyllium” dikenali sebagai *Bamboo Sharks* atau di Malaysia dikenali sebagai *Yu Bodoh* (Rajah 2.1). Spesies ini mempunyai dua sirip dorsal tanpa duri sirip. Mulutnya kecil dan terletak di hadapan mata. Mulutnya lebih dekat ke mata daripada hujung muncungnya dan ia mempunyai lipatan bibir yang lebih rendah dan biasanya bersambung di seluruh dagu dan kepek kulit. Jenis ini juga dibezakan dengan muncung yang agak panjang dengan hidung subterminal. Haiwan ini tinggal di terumbu yang besar, yang dalamnya antara 0 - 85 m dan boleh didapati di India, Thailand, Malaysia, Singapura, Indonesia, Vietnam, China, Taiwan, Jepun, Filipina, dan Utara Australia (Compagno, 2001).



Rajah 2.1. Yu bodoh (Chiloscyllium sp.)

Populasi ikan yu umumnya tidak diketahui, khususnya dari segi biologi dan jumlahnya, kecuali bagi jenis-jenis tertentu. Haiwan ini amat sukar untuk dijejaki kerana tabiat mereka suka berpindah. Tambahan pula, ikan yu secara tradisinya dianggap sebagai ikan yang nilai penjualannya rendah, justeru pengumpulan data tentang ikan yu tidak diberikan keutamaan. Oleh itu, sangat sedikit penyelidikan yang telah dilakukan tentang ikan yu. Namun, pada kebelakangan ini, kerana peningkatan permintaan siripnya dan pertambahan pasaran untuk daging ikan Yu, masyarakat mulai tertarik mengenai ekologiinya dan mulai bimbang mengenai kadar populasinya (Vannuccini, 1999)

Fowler et al. (2005) melaporkan bahawa setakat ini pendaratan terbesar ikan yu di Malaysia datang sebagai tangkapan sampingan. Hampir 95% daripada tangkapan ikan yu datang dari perikanan pukut tunda. Maklumat mengenai ikan yu dan pari di Malaysia masih agak terhad dan tidak mencukupi. Hanya terdapat beberapa kajian dan penerbitan yang tidak banyak menyentuh tentang spesis ini. Namun, pada umumnya spesis ini dianggap sebagai haiwan yang berbahaya. Walaupun pengkategorian tentang “elasmobranchs” di Malaysia telah dihuraikan dengan panjang lebar, maklumat mengenai parameter biologi dan tabiat sosial mereka di perairan Malaysia, masih lagi kekurangan. Ali et al. (2004) mengenal pasti enam spesies ikan yu dan pari dari tangkapan pukut tunda yang beroperasi di perairan Pulau Pinang. Jadual 2.1 menunjukkan pendaratan jumlah jerung di Malaysia, dalam tempoh 1982-2001. Jumlah pendaratan ikan yu di pelabuhan berubah-ubah dari tahun ke tahun. Jumlah ini meningkat dari 4,444 tan pada tahun 1982 hingga 8,663 tan pada tahun 2001. Data juga menunjukkan bahawa jumlah ikan yu yang telah ditangkap tidak melebihi 1%.

Jadual 2.1
Jumlah Pendaratan Ikan Yu di Malaysia, 1982-2001

Tahun	Pendaratan (tan)		
	Jumlah Pendaratan	Ikan Yu	(%)
1982	694 274	4444	0.6
1983	741 205	5016	0.7
1984	671 816	5281	0.8
1985	630 022	4745	0.7
1986	619 247	4820	0.8
1987	908 939	4699	0.5
1988	869 447	4677	0.6
1989	934 582	4264	0.5
1990	1 002 576	4140	0.4
1991	969 793	5677	0.6
1992	1 104 988	7240	0.6
1993	1 154 557	6294	0.5
1994	1 181 763	6889	0.6
1995	1 245 117	8437	0.7
1996	1 126 689	8080	0.7
1997	1 168 973	7483	0.6
1998	1 215 206	7839	0.6
1999	1 248 402	8092	0.6
2000	1 285 696	7948	0.6
2001	1 231 289	8663	0.7

Nota. Sumber daripada *Annual Fisheries Statistic*, Department of Fisheries Malaysia (1982 - 2001)

Komposisi saiz dan berat ikan yu sangat besar mengikut jenis dan kawasan mereka. Dari segi pengendalian dan penggunaannya, data mengenai saiz dan berat setiap bahagian badan ikan yu sangatlah penting untuk diketahui. Secara umumnya, berat purata peratusan bahagian-bahagian badan jerung adalah kira-kira 33.6 – 67.3% daripada jumlah beratnya. Berat potongan ikan yu boleh mencapai 42%, iaitu 24% ialah untuk bahagian kepala, 5% sirip, 7% kulit, 7% hati, 4% tulang, 5% darah dan 20% lagi organ-organ lain (Singgih & Heru, 1995).

Jadual 2.2 menunjukkan komposisi kimia daging ikan yu. Kandungan air ikan yu adalah yang tertinggi. Komposisi kimia daging ikan yu adalah 73.6% hingga 79.6% air, 16.3% hingga 21.7% protein, 0.1% hingga 0.3% lemak, dan 0.6% hingga 1.8% mineral.

Jadual 2.2
Komposisi Kimia Daging Ikan Yu

Species	Air	Protein	Lemak	Bahan Mineral
<i>Heterodontus francisci</i> (Horn shark)	79.6	17.7	0.3	1.8
<i>Carcharhinus brachyurus</i>	75.8	18.9	0.1	0.6
<i>Carcharodon carcharias</i> (White-tipped shark)	76.9	19.9	0.3	1.3
<i>Sphyrna blochii</i> (Hammerhead)	75.6	21.6	0.2	1.6
<i>Galeocerdo cuvieri</i> (Tiger shark)	79.4	16.3	0.1	0.6
<i>Carcharhinus falciformis</i> (Silky shark)	73.6	21.7	-	1.2

Nota. Sumber daripada Kreuzer & Rashid, 1978 .

Daging ikan yu tidak dapat disimpan melainkan dengan memprosesnya dengan cukup semenjak masa ia ditangkap. Ikan yu mengandungi urea dan trimetilamina dalam darah dan tisu mereka. Urea adalah hasil metabolisme protein yang terbentuk dalam darah dan cecair badan semua ikan marin (Vannuccini, 1999). Urea tidak berbahaya tetapi ia menyumbang kepada bau dan rasa yang agak pahit dan asidik. Kesan ini timbul bergantung kepada pilihan jenis dan teknik-teknik pemprosesannya. Oleh kerana perbezaan kepekatan kandungan urea, keamatan bau dan rasa juga berbeza antara spesies. Oleh itu, beberapa spesies perlu melalui pemprosesan dengan lebih banyak daripada spesies yang lain dalam proses untuk mengurangkan kandungan urea (Vannuccini, 1999).

Ikan yu kebanyakannya digunakan sebagai daging segar, walaupun ada yang diproses sebagai ikan masin (Lack & Glenn, 2012). Secara tradisional, ikan yu dikeringkan dengan menggunakan sinar matahari dan biasanya disimpan pada suhu bilik dan digunakan tanpa sebarang rawatan haba. Statistik Perikanan Tahunan Malaysia tidak menyediakan maklumat khusus mengenai jenis-jenis ikan yu yang ditangkap dan diproses.

Malaysia telah mengimport daging ikan yu beku dari New Zealand, Singapura, Hong Kong dan Taiwan, dan mengeksport beberapa produk yang telah diproses ke Taiwan. Malaysia juga mengimport sirip ikan yu dan produk sirip ikan yu dari negara-negara seperti Australia, China, Chile, New Zealand, Filipina, Singapura, Indonesia, Hong Kong, dan Thailand, dan mengeksport produk sirip ikan yu ke Thailand, Korea, Hong Kong, Brunei, dan Singapura. Sejak 1977, Malaysia telah senantiasa mengimport lebih banyak produk ikan yu daripada mengekspornya (Ali et al., 2004).

2.2 Dendeng Ikan

Dendeng merupakan produk dari satu proses kombinasi antara pengawetan daging dan pengeringan secara tradisional. Produk ini telah lama dikenali di Indonesia. Dendeng biasanya disediakan menggunakan daging lembu, kambing, rusa, dan ayam. Kebelakangan ini, dendeng ikan dan udang juga sudah mula dikenali. Jenis ikan air tawar dan air masin juga dapat diproses menjadi dendeng (Astawan, 2004). Menurut Buckle et al. (1988) dendeng adalah sejenis produk makanan yang diperbuat daripada hirisan daging nipis dan dimasukkan ramuan seperti gula, garam dan rempah-rempah kemudian dikeringkan. Dendeng mempunyai rasa manis kerana kandungan gula yang cukup tinggi dan mempunyai warna kecoklatan. Warna dendeng yang coklat dan kehitam-hitaman disebabkan oleh reaksi Maillard. Warnanya yang coklat adalah disebabkan reaksi antara asam amino bebas protein atau komponen nitrogen lain dengan kumpulan karbonil yang berasal daripada gula atau karbohidrat lain (Kramlich et al., 1973). Komposisi proksimat tipikal dendeng ditunjukkan dalam Jadual 2.3.

Jadual 2.3

Komposisi Kimia (% Berat Kering) Dendeng Daging Giling dan Dendeng Ikan

Komponen	Dendeng daging	Dendeng ikan
Lembapan	24.1 – 27.4	32.4-35.4
Protein	33.4 – 36.9	31.8-32.3
Lemak	9.6 – 10.7	3.0-3.8
Gula	33.9 – 35.7	N.A
Garam	7.4 – 8.4	N.A.
Abu	10.9-12.5	N.A
a _w	0.62-0.66	0.66-0.68

Nota. N.A. = tidak dianalisis. Sumber daripada Buckle et al., 1988.

2.2.1 Ramuan Dalam Pembuatan Dendeng Ikan

Proses pembuatan dendeng biasanya terdiri daripada menambahkan ramuan-ramuan seperti garam, gula merah, lengkuas, ketumbar dan bawang merah, halia, asam jawa, dan bawang putih. Campuran ramuan berfungsi untuk menambah rasa, aroma, dan untuk memanjangkan tempoh pengawetan. Beberapa jenis rempah telah diketahui mempunyai sifat antimikrobial. Rempah juga mengandungi beberapa jenis bahan pengawet, seperti asid benzoik yang terdapat dalam kulit kayu manis dan bunga cengkih (Chichester, 1972). Lengkuas (*roots of galangal*) merupakan rizom kering *Kempferia galangal* atau *greater galangan*, dan mengandungi 0.5% hingga 1% minyak penting dengan bau pedas seperti halia (Buckle at al., 1988). Bawang putih merupakan bebawang *Allium Sativum* L. Bawang putih dapat menimbulkan rangsangan tajam dan menambah selera makan. Gula menambah rasa manis dan kelazatan, mengurangi rasa asin berlebihan akibat penambahan garam, serta memperbaiki aroma dan tekstur daging. Selain itu, gula juga berfungsi melembutkan produk dengan mengurangkan pengwapan (Astawan, 2004).

2.2.2 Kaedah Pembuatan Dendeng

Secara am, proses pembuat dendeng adalah seperti berikut: daging dipotong menjadi tipis atau dihancurkan, kemudian dicampurkan rempah-rempah yang terdiri daripada gula, bawang putih, ketumbar, asam, garam yang telah dihaluskan; dan seterusnya dikeringkan dengan sinar matahari atau menggunakan alat pengering hingga kering (Nasran., 1993). Buckle et al., 1988 mendefinisikan dendeng sebagai daging segar yang dipotong nipis, direndam dalam campuran gula, garam dan rempah-rempah dengan sedikit air, kemudian disebar di atas rak-rak buluh dan dikeringkan dengan sinar matahari.

Produk dendeng diperbuat melalui kombinasi proses *curing* dan pengeringan. *Curing* merupakan suatu cara pengolahan dan pengawetan untuk menarik air atau mengurangkan kadar air dalam ikan dengan cara penggaraman (pengasinan), pengeringan, pengasapan, dan pemindangan (*boiling in salt*), pengasapan dan fermentasi (Ilyas, 1980). *Curing* adalah suatu proses yang dapat menyekat pertumbuhan mikroba melalui penggunaan garam NaCl dan pengendalian aktiviti mikroba (Purnomo, 1992). Proses *curing* bertujuan untuk mempersiapkan daging pada penggunaan berikutnya, menyekat pertumbuhan mikroba, menimbulkan rasa dan aroma yang lazat.

Penambahan garam sahaja pada proses *curing* akan menyebabkan produk menjadi keras, kering, bertukar kepada warna yang tidak baik dan masin. Oleh itu, rempah-rempah lain ditambahkan untuk memperbaikinya. Penggunaan gula berfungsi untuk mengurangkan kemasinan berlebihan akibat penambahan garam dan untuk memperbaiki aroma dan tekstur daging (Helstad, 2006). Apabila *curing* dilakukan terlalu lama, daging boleh menjadi busuk. Hal ini berlaku kerana gula

bertindak sebagai sumber energi oleh bakteria yang terdapat pada daging. Menurut Suharyanto et al (2008) penggunaan gula pereduksi seperti glukosa akan menyebabkan terbentuknya warna coklat yang dikenali sebagai reaksi Maillard.

2.3 Faktor Kemerosotan Makanan

Semasa pemrosesan dan penyimpanan makanan, beberapa perubahan kimia berlaku yang melibatkan komponen dalaman makanan dan faktor persekitaran. Perubahan-perubahan ini boleh menyebabkan kemerosotan makanan dan memendekkan tempoh jangka hayatnya (Singh, 2000). Antara perubahan utama yang terlibat adalah perubahan, fizikal, pengoksidaan, hidrolisis, pemerangan dan interaksi antara makanan dan pembungkusnya.

Perubahan fizikal yang utama melibatkan kehilangan atau pertambahan lembapan dalam produk makanan. Air, umpamanya, merupakan komponen yang paling penting dalam makanan. Ia merupakan faktor kritikal pertumbuhan mikroorganisma (Man, 2002). Air juga mempengaruhi sifat sensori makanan. Penurunan paras lembapan dapat meningkatkan kekerasan produk separa lembap manakan snek kering dan biskut, sehingga hilang keranggapan makanan tersebut disebabkan peningkatan lembapan (Labuza, 1982). Perubahan fizikal juga merujuk kepada kerosakan mekanikal semasa pengumpulan, penuaian dan penyembelihan kerana terhimpit, cedera atau luka (Singh, 2000). Kerosakan fizikal juga boleh disebabkan oleh serangga, parasit, dan roden.

Ketengikan atau pengoksidaan lemak yang berlaku semasa penyimpanan bahan mentah, pemrosesan, rawatan haba dan penyimpanan produk akhir merupakan faktor utama kemerosotan kualiti dalam kebanyakan makanan semula

jadi (McClements & Decker, 2000; Tomaino et al., 2005). Pengoksidaan lemak boleh dibahagikan kepada lipolisis dan pengautooksidaan lemak. Dari segi ekonomi, proses ini sangat penting kepada industri makanan kerana ia boleh membawa kepada pembentukan pelbagai perisa dan bau (Nawar, 1996).

Mikroorganisma yang menyebabkan kerosakan boleh dikelaskan pada beberapa kategori iaitu bakteria Gram-negatif, bakteria pembentuk spora Gram-positif, bakteria asid laktik, yis dan kulapuk (Huis in't Veld, 1996). Faktor yang mempengaruhi pertumbuhan mikroorganisma ini iaitu pH, keasidan total, kandungan air, kelembapan relatif, suhu persekitaran dan pembungkusan (Man, 2002).

Perubahan-perubahan ini menjadikan makanan tersebut tidak boleh diterima serta memendekkan jangka hayat penyimpanan walaupun ia mempunyai kandungan lemak yang rendah (Frankel, 1993). Tindak balas pengoksidaan juga boleh mengurangkan kualiti dan keselamatan makanan selepas dimasak atau diproses apabila sesetengah hasil daripada tindak balas itu boleh menjadi toksik (Frankel, 1996; Min & Boff, 1998).

2.4 Kaedah Pengeringan Dendeng Ikan

Pengeringan merupakan salah satu kaedah pengawetan selain daripada penggaraman dan pengasapan. Teknik ini telah digunakan sejak zaman dahulu hingga sekarang (Horner, 1992). Menurut Ishak (1995), pada masa dahulu makanan diawet kepada bentuk yang boleh disimpan lama seperti bijirin, buah-buahan, daging, dan makanan laut. Oleh itu, ia boleh dimakan pada masa ketiadaan makanan dan ia boleh mengelakkan pembaziran.

Makanan mengandungi kandungan air yang berbeza-beza. Makanan yang mengandungi air yang banyak akan cepat rosak kerana pertumbuhan mikroorganisma, perubahan fizikal, serta tindak balas kimia dan biologi. Makanan-makanan yang kering dan tinggi kandungan gula, garam atau asidnya agak lambat mengalami kerosakan (Russel & Gould, 2003).

Oleh yang demikian, prinsip pengawetan dengan kaedah pengeringan bertujuan menurunkan kandungan air. Air yang dikeluarkan (biasanya dengan rawatan haba) hingga ke satu tahap yang boleh merencatkan pertumbuhan mikroorganisma. Ia merupakan operasi mengeluarkan hampir semua air yang ada dalam makanan dengan cara pengewapan atau pemejalwapan supaya aktiviti air makanan tersebut diturunkan. Pengeringan biasanya melibatkan rawatan haba dan penyingkiran wap air secara serentak daripada makanan (Ishak, 1995).

2.4.1 Kaedah Pengeringan dengan Sinar Matahari

Kaedah pengeringan dengan sinar matahari merupakan kaedah pengeringan yang dijalankan sejak zaman dahulu dan masih digunakan dengan meluas pada masa kini. Kaedah ini mendedahkan makanan di bawah sinaran matahari, ia merupakan kaedah yang murah dari segi modal dan kos operasi. Tenaga matahari adalah percuma dan tidak memerlukan tenaga buruh terlatih. Walau bagaimanapun, kaedah pengeringan ini adalah tidak terkawal dan kadar pengeringan lambat berbanding penggunaan alat pengering. Ini menyebabkan hasil yang diperoleh bermutu rendah dan tidak seragam. Pengeringan dengan sinar matahari juga bergantung pada cuaca, keterikan matahari, kelembapan udara dan kelajuan tiupan angin. Biasanya, pengeringan dengan sinar matahari memerlukan tenaga buruh dan kawasan yang luas. Ini menyebabkan kebersihan sukar dikawal seperti pencemaran oleh habuk, serangga

serta haiwan-haiwan lain, contohnya tikus, anjing dan burung (Ishak, 1995). Penghasilan larva lalat adalah salah satu faktor kerosakan makanan contohnya ikan yang dikeringkan dengan kaedah ini. Semasa keadaan lembap dan mendung, ikan terdedah kepada pertumbuhan bakteria dan kulapuk semasa pengeringan. Ikan yang mengandungi banyak lemak menjadi tengik semasa proses pengeringan (Olley et al., 1989).

Namun begitu, pengeringan dengan sinar matahari juga mempunyai kebaikan. Ia memberikan hasil akhir yang lebih baik dari segi rupa, warna dan perisa. Ini disebabkan suhu proses pengeringan ini tidak terlalu tinggi. Oleh itu, masalah pengerasan luar tidak akan berlaku. Pada masa ini, kebanyakan enzim masih aktif dan dapat menjalankan tindak balas seperti penghasilan perisa, pemerangan serta pembentukan warna yang menarik (Ishak, 1995).

2.4.2 Kaedah Pengeringan dengan Alat Pengering

Selain menggunakan matahari, makanan boleh dikeringkan menggunakan peralatan. Kaedah ini boleh dijalankan sepanjang tahun tanpa bergantung pada cuaca, musim, dan sebagainya. Walau bagaimanapun, kaedah ini memerlukan modal untuk membeli peralatan, bangunan, dan bekalan tenaga.

Alat pengering dapat dibahagikan kepada dua kelas iaitu alat pengering udara panas (adiabatik) dan alat pengering permukaan panas. Alat pengering udara panas menggunakan haba daripada udara sebagai medium untuk memanaskan makanan, manakala alat pengering permukaan panas memanaskan makanan yang bersentuhan dengannya secara terus lalu mengeringkannya. Alat pengering udara panas boleh dibahagikan kepada alat pengering atmosfera berperingkat dan alat pengering udara

panas berterusan. Alat pengering kabinet (pengering dulang) merupakan salah satu contoh alat pengering atmosfera berperingkat (Embong, 1987).

Alat pengering oven juga boleh digunakan untuk mengeringkan sumber ikan atau daging. Penggunaan alat ini melibatkan penyusunan hirisan produk makanan itu di atas rak yang terdapat di dalam oven tersebut. Produk makanan mungkin tersentuh tetapi perlu dipastikan agar tidak bertindih. Ruang yang tertinggal di hujung rak membolehkan pengudaraan berlaku semasa proses pengeringan. Suhu yang sesuai adalah antara 60 hingga 65 °C. Termometer oven digunakan untuk menentukan suhu yang digunakan supaya sentiasa konsisten (Ishak, 1995).

2.4.3 Perubahan yang Berlaku Akibat Pengeringan

Menurut Embong (1987) keadaan segar, teguh dan kenyal sel hidup akan berubah dengan proses pengeringan disebabkan kehilangan air. Ini menyebabkan makanan yang dikeringkan itu menjadi kecut. Jika pengeringan dibuat terlalu lama atau menggunakan suhu yang terlalu tinggi, maka makanan itu tidak akan kembali kepada keadaan asal jika dihidrat semula. Ia bergantung kepada jenis makanan, komposisi makanan, kaedah pengeringan yang digunakan dan perubahan yang dialami oleh makanan semasa pengeringan.

Penggunaan suhu yang tinggi semasa pengeringan (terutamanya dengan alat pengering) menyebabkan jujuk meruap dalam makanan tersejat keluar dan mengurangkan perisa hasil akhirnya. Perisa juga boleh dikekalkan dengan menambahkan enzim atau menyahaktifkan enzim semula jadi makanan untuk menghasilkan perisa daripada pelopor perisa dalam makanan. Sebagai contoh,

bawang putih dan bawang merah dikeringkan pada keadaan yang boleh melindungi enzim yang berfungsi membebaskan perisa bawang (Corredig, 2006)

Rawatan haba mengurangkan kualiti nutrien semasa pengeringan ikan. Kehadiran asid amino rendah disebabkan ia bertindak balas dengan komponen-komponen lain dalam ikan ketika ia dirawat dengan haba (Horn et al., 1968). Menurut Saruya et al. (1963), kebolehadaman protein pada ikan berwarna perang kurang daripada penghadaman pada ikan berwarna putih. Pengoksidaan lipid lebih kuat dalam ikan berwarna perang berbanding ikan berwarna putih. Nilai peroksida daripada lipid yang diekstrak daripada sardin yang digaram meningkat semasa pengeringan dan penyimpanan (Pan, 1989). Ketengikan oksidatif merupakan salah satu faktor penurunan kebolehadaman protein untuk produk ikan yang dikeringkan seperti ikan berwarna perang.

Pemanasan protein menyebabkan denaturasi di mana memecahkan struktur kedua dan tertinggi (Ledward, 1979). Suhu di mana denaturasi berlaku berbeza untuk jenis ikan yang berbeza. Bagi protein yang terdapat antara spesies ikan yang berbeza, ia bergantung pada suhu persekitaran habitat ikan tersebut (Aitken & Conell, 1979). Secara umumnya, kira-kira 90% protein termusnah pada suhu antara 60 hingga 65 °C, dan 10% yang tinggal (tropomiosin) akan kekal pada suhu 100 °C untuk jangka masa yang agak lama tanpa termusnah (Connell, 1962).

Penambahan garam turut mempengaruhi pengeringan. Jangka masa kadar kestabilan berkurang dan kadar pengeringan dikurangkan disebabkan penurunan tekanan wap air pada permukaan ikan. Kadar pengeringan turut berkurangan semasa kejatuhan kadar pengeringan kerana penyebaran air di dalam otot ikan direndahkan dengan penambahan garam (Olley et al., 1989).

2.5 Penggunaan Agen Antimikrob

Penambahan agen antimikrob dalam produk makanan bertujuan untuk merencatkan pertumbuhan dan aktiviti mikroorganisma untuk mengelakkan kerosakan makanan semasa penyimpanan, pemasaran dan penggunaan oleh pengguna (Russel & Gloud, 1991). Beberapa faktor harus dipertimbangkan dalam memilih jenis agen antimikrob bagi menjamin keberkesannya (Branen, 1993; Davidson et al., 2002). Antara lain, faktor-faktor tersebut adalah seperti berikut:

- (a) Pengetahuan terhadap spektrum keberkesanan sesuatu agen antimikrob terhadap mikroorganisma-mikroorganisma yang ingin direncat.
- (b) Sifat fizikal dan kimia agen antimikrob dan produk makanan perlu diketahui. Ini kerana faktor-faktor seperti nilai pKa dan keterlarutan agen antimikrob serta nilai pH produk akan mempengaruhi keberkesanan penggunaan agen antimikrob tersebut.
- (c) Produk makanan tersebut hendaklah mempunyai kualiti mikrobiologikal yang tertinggi. Hal ini bermaksud produk tersebut memiliki kandungan bilangan awal mikroorganisma pada tahap rendah.
- (d) Keadaan penyimpanan dan interaksi dengan proses-proses lain perlu dinilai untuk memastikan agen antimikrob tersebut kekal berfungsi.
- (e) Status undang-undang dan kesan ketoksikan komponen yang dipilih harus diketahui.

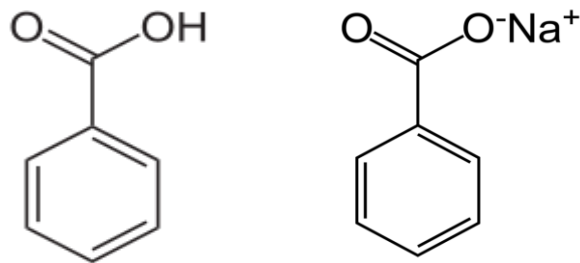
2.5.1 Sodium Benzoat

Asid benzoik adalah salah satu daripada bahan pengawet kimia yang tertua yang digunakan dalam industri kosmetik, ubat-ubatan, dan makanan. Sodium benzoat merupakan pengawet kimia pertama yang diluluskan untuk digunakan dalam makanan oleh US Food and Drug Administration (FDA) (Jay, 2000). Sebagai bahan pengawet makanan, kelebihan utama asid benzoik ialah harganya yang murah, mudah ditambahkan ke dalam produk, kurang berwarna, dan ketoksikan yang agak rendah menyebabkan asid benzoik menjadi salah satu bahan pengawet yang paling banyak digunakan di dunia (Davidson, 2001).

Asid benzoik (C_6H_5COOH) dan sodium benzoat (C_6H_5COONa) mempunyai formula struktur yang ditunjukkan seperti dalam Rajah 2.1. asid benzoik (berat molekul 122.1), juga dikenali sebagai asid phenylformic atau asid karboksilik-benzena, kerana ia tidak berwarna atau berwarna putih. Kelarutannya terhadap di dalam air (0.18, 0.27, dan 2.2 g larut dalam 100 ml air pada 4 °C, 18 °C, dan 75 °C) (Chipley, 2005). Sodium benzoat adalah garam dari asam benzoat yang digunakan dalam pelbagai produk (Pylypiw & grether, 2000).

Sodium benzoat adalah garam sodium asid benzoik dan wujud dalam bentuk ini apabila larut dalam air. Natrium benzoat (berat molekul 144.1) adalah butiran serbuk putih atau kristal dan lebih banyak larut dalam air daripada asid benzoik (62.8, 66.0 dan 74.2 g larut di dalam 100 ml air masing-masing pada 0 °C, 20 °C, dan 100 °C). Oleh sebab itu, sodium benzoat lebih dipilih dan digunakan dalam banyak kes. Kalium benzoat dan kalsium benzoat juga telah diluluskan dan digunakan, walaupun kelarutannya kurang berbanding garam sodium (Chipley, 2005).

Di Amerika Syarikat, asid benzoik dan natrium benzoat adalah pengawet GRAS (Code of Federal Regulations, 1977/1988; Title 21, Secs. 184.1021 and 184.1733) dengan penggunaan maksimum yang dibenarkan sebanyak 0.1%. Di kebanyakan negara lain, kuantiti maksimum yang dibenarkan umumnya antara 0.15% hingga 0.25%., termasuk makanan yang sodium benzoate tidak dibenarkan seperti di Amerika Syarikat (Chipley, 2005). Selalunya zat pengawet yang digunakan dalam bentuk garam yang mudah larut dalam air (de Mendonca et al., 2001).



Asid Benzoik

Sodium Benzoat

Rajah 2.2. Struktur asid benzoik dan sodium benzoat

Di beberapa negara, Asid benzoik dan natrium benzoat telah digunakan secara meluas untuk pengawetan produk buah-buahan, produk roti dan makanan lain. Laporan terbaru menunjukkan bahawa bahan pengawet ini memberikan manfaat yang berterusan dalam bermacam-macam-macam produk. Efiuvwevwere dan Ajiboye (1996) mengkaji tentang ikan keli segar telah dicelup dalam pelbagai kepekatan sodium benzoat atau kalium sorbat dan diasapkan, kemudian ditentukan jangka-hayatnya. Gabungan sodium benzoat dan asid kojic berkesan dalam menghalang melanosis. Jangka-hayat sarden yang disimpan dalamgaram asid yang mengandungi sodium benzoate 0.3% adalah tiga kali lebih lama daripada kawalan (Ponce de Leon et al., 1994).

2.5.2 Sodium Nitrit

Garam nitrit (KNO_3 dan NaNO_2) telah digunakan dalam pengawetan daging selama berabad-abad lamanya. Penggunaan utama sodium nitrit sebagai antimikrobia adalah untuk menghalang pertumbuhan dan pengeluaran toksin daripada *Clostridium Botulinum* dalam daging yang diawet. Sodium (NaNO_2) dan pottasium (KNO_2) nitrit adalah bahan khusus yang digunakan dalam produk daging yang diawet, antaranya daging kornet, frankfurters, ham, fermentasi sosej, daging yang diawet dalam tin, dan banyak lagi. Nitrit juga digunakan dalam pelbagai produk ikan dan ayam (Benjamin & Collins, 2003). Hal penting untuk diperhatikan ialah nitrit digunakan dengan kombinasi bahan-bahan lain dan dalam pelbagai proses selama pemprosesan dan penyimpanan daging yang diawet. Oleh itu, beberapa manfaat nitrit boleh bersinergi dengan sebatian lain.

Nitrat hadir secara semula jadi dalam tanah, air, dan bahan-bahan tumbuhan akibat pengikatan nitrogen. Menurut Honikel (2008), apabila nitrit ditambah kepada sistem biologi kompleks daging, ia bertindak balas dengan atau terikat kepada pelbagai komponen kimia yang terjadi secara semula jadi seperti protein. Pemanasan yang biasanya digunakan dalam proses pengawetan mempercepatkan tindak balas ini, dan apabila proses pembuatan telah lengkap, hanya tersisa kira-kira 10% hingga 20% nitrit yang ditambah dapat dikesan. Sisa nitrit ini akan mengalami penurunan selama penyimpanan dan pendedaran produk.

Fungsi utama nitrit yang digunakan dalam industri daging adalah sebagai agen antimikrob. Selain itu, penambahan natrium nitrit dan nitrat kepada daging yang diawet pada asalnya didorong oleh keupayaan sebatian untuk menghasilkan warna pink dalam daging. Selain itu, nitrit juga didapati boleh menghalang pertumbuhan

bakteria tertentu seperti *Clostridium botulinum* dan anaerobes putrefactive yang menyebabkan kerusakan dalam daging (Benjamin & Collins, 2003).

2.6 Aktiviti Air (A_w) dan Perubahan Mikrobiologi

Kerosakan yang disebabkan oleh mikroorganisma merupakan faktor utama yang harus diambil kira apabila hendak menentukan sebab jangka hayat makanan menjadi cepat rosak. Faktor-faktor yang boleh mempengaruhi pertumbuhan mikroorganisma di dalam makanan adalah sifat intrinsik makanan seperti kandungan nutrien, pH, keasidan total, kandungan air, struktur makanan, kehadiran bahan pengawet atau antimikrobial semula jadi dan keupayaan pengoksidaan penurunan. Di sebaliknya, faktor ekstrinsik pula terdiri daripada suhu persekitaran, kelembapan relatif dan keadaan pembungkusan. Faktor pemrosesan seperti penggunaan haba dan penyejukan turut menyumbang kesan kepada pertumbuhan mikroorganisma (Man, 2002).

Mikroorganisma yang menyebabkan kerosakan secara rambang boleh dikelaskan kepada beberapa kategori iaitu bakteria Gram-negatif berbentuk rod, bakteria pembentuk spora Gram-positif, bakteria asid laktik. Yis dan kulapuk (huis in't Veld, 1996).

Bakteria memerlukan a_w yang tinggi terutama mendekati 1.0 (0.995-0.998). kulat tahan terhadap a_w yang rendah dan ada yang tahan terhadap bahan larut yang tinggi kepekatannya dan yis pula tahan hidup dalam larutan dengan kepekatan bahan larut yang tinggi seperti gula dan garam (Ishak, 1995).

Kombinasi seperti penurunan a_w , ketidakhadiran udara, proses pemanasan yang sederhana, pengubahsuaian pH dan penambah bahan pengawet yang

dibenarkan atau antioksidan dalam penghasilan produk makanan dapat memperbaiki rasa, nutrisi dan mengekalkan kualiti makanan tersebut. Kombinasi parameter ini merupakan kaedah asas yang digunakan untuk memperoleh produk yang *shelf stable* (Leiras et al., 1991).

2.7 Kualiti Protein

Penyingkiran air dari makanan semasa pengeringan menyebabkan kepekatan nutrien meningkat dalam makanan kering. Kesan pengeringan ke atas protein selalunya dilaporkan berbeza-beza kerana perbezaan varieti sumber makanan, kaedah pengeringan. Suhu dan masa pengeringan serta keadaan penyimpanan (Ishak, 1995).

Protein merupakan komponen yang sangat peka terhadap suhu. Kualiti protein boleh dinilai dengan perbandingan asid-asid amino yang terkandung dalam protein tersebut. Sesuatu protein yang dapat menyediakan asid amino perlu dalam suatu perbandingan yang dapat menyamai keperluan manusia, bermakna memiliki kualiti protein yang tinggi (winarno, 1991).

Penilaian kualiti protein dijalankan berdasarkan amaun asid amino terhadap (FAO/WHO/UNU, 1985). Penilaian kualiti suatu protein penting dilakukan bagi memastikan protein tersebut boleh menyumbang terhadap proses tumbuh besar serta pemeliharaan dandan perbaikan sel-sel manusia (Acton & Rudd, 1987). Bagaimanapun, kualiti zat makanan sesuatu protein makanan itu ditentukan oleh faktor-faktor berikut: kandungan asid amino perlu dan tidak perlu, tenaga yang dibekalkan, yang diperlukan untuk mensintesis protein dalam badan, dan daya penghadaman protein tersebut (Usydus et al., 2009).

Kualiti protein boleh ditentukan dalam hubungan dengan komposisi satu protein standard yang diiktiraf sebagai paling relevan bagi penilaian kualiti protein dalam nutrisi semua populasi (Usydus et al., 2009). Ujian kualiti protein direka bentuk untuk mengukur atau menganggar kandungan asid amino perlu dalam diet protein yang diuji ataupun makanan yang mengandungi protein, dan sejauhmana protein dihadam, diserap dan digunakan dalam pertumbuhan dan penjagaan manusia (Halimatul et al., 2007).

2.8 Mikroskop Elektron Penskanan (SEM)

SEM (scanning electro microscopy) ialah alat pembesar bagi memeriksa makanan, dan ini telah terbukti sebagai satu-satunya instrumen terbaik bagi kajian mikrostruktur (Aguilera & Stanley, 1999). SEM sangat berguna untuk mendedahkan perincian-perincian tentang struktur gentian otot dan juga yang telah dikenakan pelbagai rawatan (Palka & Daun, 1999). Kebaikan utama menggunakan SEM ialah ia mudah dari segi penyediaan sampel. Namun, ini tidaklah pula bermakna persediaan sample itu dilakukan tanpa berhati-hati. Imej SEM boleh di peroleh melalui banyak cara (Aguilera & Stanley, 1999). Tambahan lagi, kajian mikrostruktur boleh menyumbang kefahaman yang jitu tentang perubahan kimia yang berlaku kepada sampel dalam tempoh pemprosesan. Lebih-lebih lagi, pengetahuan tentang mikrostruktur sampel yang dikaji itu mungkin berguna untuk mentakrifkan dan mengoptimumkan pemprosesan yang dijalankan.

SEM telah digunakan dalam banyak industri ikan sebagai proses kawalan mutu bagi tekstur. Tekstur ialah salah satu kriteria terpenting untuk penerimaan hasil perikanan. Michalczyk dan Surowka (2009) menjelaskan bahawa salah satu parameter utama yang menentukan kualiti produk perikanan yang digunakan tanpa