

## BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS

JUDUL PENGHASILAN KEROPOK IKAN AIR TAWAR DARI SPESIES IKAN KELU (Clarias  
janei pinus) DENGAN RUMPAI LAUT (Eucheuma cottonii).

AZAH: SARJANA MUDA SAINS MAKANAN DENGAN KEPUJIAN (TEKNOLOGI MAKANAN DAN  
BIOPROSSES)

SESI PENGAJIAN: 2005 - 2009

aya MOHD ISMAIL ASMAWI BIN KASSIM

(HURUF BESAR)

Sengaku membenarkan tesis (EPS/ Sarjana/ Doktor Falsafah) ini di simpan di Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dengan syarat-syarat kegunaan seperti berikut:

1. Tesis adalah hak milik Universiti Malaysia Sabah.
2. Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dibenarkan membuat salinan untuk tujuan pengajian sahaja.
3. Perpustakaan dibenarkan membuat salinan tesis ini sebagai bahan pertukaran antara institusi pengajian tinggi.
4. \*\* Sila tandakan (/)

SULIT

(Mengandungi maklumat yang berdarjah keselamatan atau kepentingan Malaysia seperti yang termaktub di dalam AKTA RAHSIA RASMI 1972)

TERHAD

(Mengandungi maklumat TERHAD yang telah ditentukan oleh organisasi/badan di mana penyelidikan dijalankan)

TIDAK TERHAD

Disahkan oleh

(TANDATANGAN PENULIS)

(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

Alamat Tetap: PEN SURAI 346,

89608 PAPAR, SABAH

PROF. MADYA. DR. MOHD ISMAIL BIN ABDULLAH  
PROF. DR.

Nama Penyelia

Tarikh: 25/05/2009

Tarikh: 25/05/2009

TATAN: \* Potong yang tidak berkenaan.

\* Jika tesis ini SULIT atau TERHAD, sila lampirkan surat daripada pihak berkuasa/organisasi berkenaan dengan menyatakan sekali sebab dan tempoh tesis ini perlu dikelaskan sebagai SULIT dan TERHAD.

\* Tesis dimaksudkan sebagai tesis bagi Ijazah Doktor Falsafah dan Sarjana secara penyelidikan, atau disertasi bagi pengajian secara kerja kursus dan penyelidikan, atau Laporan Projek Sarjana Muda (LPSM).



**PENGHASILAN KEROPOK IKAN AIR TAWAR DARI SPESIS  
IKAN KELI (*Clarias gariepinus*) DENGAN RUMPAI LAUT  
(*Eucheuma cottonii*)**

**MOHD ISMAIL ASMAWI BIN KASSIM**

PERPUSTAKAAN  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

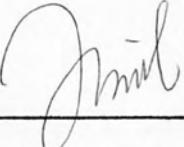
**LATIHAN ILMIAHINI DIKEMUKAKAN UNTUK MEMENUHI  
SYARAT MEMPEROLEHI IJAZAH SARJANA MUDA SAINS  
MAKANAN DENGAN KEPUJIAN  
(TEKNOLOGI MAKANAN DAN BIOPROSES)**

**SEKOLAH SAINS MAKANAN DAN PEMAKANAN  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH  
2009**

## **PENGAKUAN**

Saya akui karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan yang setiap satunya telah saya jelaskan sumbernya

17 April 2009

---

MOHD ISMAIL ASMAWI BIN KASSIM

HN2005-4036

**PERAKUAN PEMERIKSA**

**DIPERAKUKAN OLEH**

Tandatangan

**1. PENYELIA**

(PROF. MADYA DR. MOHD ISMAIL BIN ABDULLAH)

**2. PEMERIKSA 1**

(DR. LEE JAU SHYA)

**3. PEMERIKSA 2**

(HO AI LING)

**4. DEKAN**

(PROF. MADYA DR. MOHD ISMAIL BIN ABDULLAH)

## **PENGHARGAAN**

Setinggi-tinggi penghargaan kepada yang Maha Kuasa kerana dengan izinNya, saya berjaya menyiapkan kajian ini. Pertama sekali, Saya ingin mengucapkan jutaan terima kasih kepada Prof. Madya Dr. Mohd Ismail Bin Abdullah selaku penyelia projek penyelidikan ini dimana beliau telah memberi banyak tunjuk ajar kepada saya sepanjang menjalankan projek penyelidikan ini. Tanpa kerjasama, dorongan dan bantuan, projek ilmiah ini kemungkinan tidak akan berhasil. Tidak lupa juga saya ingin mengucapkan setinggi-tinggi penghargaan kepada pihak Sekolah Sains Makanan dan Pemakanan, pensyarah-pensyarah, dan semua kakitangan makmal di atas bantuan prasarana yang lengkap, dan khidmat nasihat yang diberikan. Saya juga ingin mengucapkan ribuan terima kasih kepada keluarga saya khususnya ibu bapa saya Puan Asnah Siki dan Encik Kassim bin Mohd Tahir diatas dorongan dan kasih sayang yang diberikan. Istimewa juga buat insan yang tersayang di atas bantuan, nasihat dan galakkan yang tidak putus-putus diberikan kepada saya. Jasa baik anda tidak saya lupakan sehingga ke akhir hayat. Akhir sekali, bagi rakan-rakan seperjuangan, ribuan terima kasih kerana memberikan bantuan dan kerjasama, dan kepada pihak-pihak yang terlibat secara langsung ataupun tidak langsung dalam menjayakan projek penyelidikan akhir tahun saya ini. Ribuan terima kasih saya ucapkan. Semoga tuhan memberkati anda semua.

## **ABSTRAK**

Objektif utama kajian ini adalah untuk membentuk formulasi terbaik ikan air tawar daripada ikan Keli spesis *Clarias gariepinus* bersama campuran rumpai laut iaitu daripada spesis *Eucheuma cottonii*. Tahap penerimaan ahli panel terlatih telah dilakukan bagi menentukan formulasi yang tebaik menggunakan ujian sensori berperingkat, ujian sensori hedonik berskala dan juga ujian fizikokimia. Hasil daripada ujian yang telah dilakukan, formulasi daripada F8 dipilih sebagai formulasi yang terbaik. Dalam formulasi ini, kandungan peratus tepung ubi dan tepung sagu adalah masing-masing 35% dan 18%. Bagi kandungan peratus isi ikan keli dengan rumpai laut adalah masing-masing 26.25% dan 8.75%, manakala kandungan peratus garam, gula, MSG dan ais adalah masing-masing 2%, 1%, 0.2% dan 8.8%. Campuran bahan-bahan ini menghasilkan Kandungan Protein, Lemak, Air, Abu, Karbohidrat dan kandungan Serabut kasar dalam keadaan keropok yang belum digoreng masing-masing adalah 18.6%, 0.46%, 8.65%, 13.36%, 1.19% dan 57.53%. Manakala setelah digoreng, kandungan protein, Lemak, Air, Abu, Karbohidrat dan kandungan Serabut kasar berubah menjadi 17.42%, 22.12%, 7.07%, 12.39%, 40.14% dan 1.74%. Keropok formulasi terbaik sesuai digoreng pada suhu 200°C kerana ia mengembang pada darjah pengembangan linear sebanyak 79.12% dan serapan minyak sebanyak 21.58%. keropok yang telah digoreng sangat sesuai disimpan di dalam plastik jenis PP yang berketalan 0.08mm. Pada plastik ini, kualiti atribut warna, kerangupan, rasa keropok dan rasa keseluruhannya dapat dikekalkan pada penghujung minggu ke-4. Ujian pengguna juga dijalankan di sekitar Kota Kinabalu, dan hasil yang didapat adalah sebanyak 93% pengguna sangat menyukai keropok formulasi terbaik yang dihasilkan dan 7% tidak menyukainya. Penerimaan pengguna terhadap harga pengenalan sebanyak RM4.00-RM5.00 dalam 500g adalah sebanyak 90% daripada pengguna akan membeli keropok yang dipasarkan, 11% mungkin akan membelinya, dan hanya 7% tidak akan membeli. Oleh itu, penghasilan keropok ikan air tawar (ikan Keli) dengan rumpai laut (*E.cottonii*) adalah sangat sesuai bagi pengeluaran makanan yang berasaskan ikan yang mampu bersaing di pasaran.

## **ABSTRACT**

### **PRODUCTION OF FRESH WATER FISH CRACKER FROM AFRICAN CATFISH SPECIES (*Clarias gariepinus*) WITH SEAWEED (*Eucheuma cottonii*)**

The main objective in this project was to develop the best cracker formulation for fresh water fish using African catfish (*Clarias gariepinus*) with *Eucheuma cottonii* seaweed. Sensory evaluation was conducted with trained panelist. The result of this experiment showed that formulation F8 was chosen as the best formulation where the percentages of ingredient using tapioca and sago flour were 35% and 18% respectively. The content of catfish fillet and *Eucheuma cottonii* seaweed were 26.25% and 8.75% respectively, and for the content of salt, sugar, MSG and ice were 2%, 1%, 0.2% and 8.8% respectively. The proximate composition of this formulation (F8) before frying for Protein, Fat, Water, Ash, Carbohydrate and Crude Fiber were 18.6%, 0.46%, 8.65%, 13.36%, 1.19% and 57.53% respectively. Whereas when the cracker was fried, the proximate composition changed with protein (17.42%), fat (22.12%), water (7.07%), ash (12.39%), carbohydrate (40.14%) and crude fiber (1.74%). Fish cracker after frying suitable to be stored in PP plastic which have a thickness of 0.08mm and the quality attributes of color, crunchiness, taste and overall acceptance will last for four weeks. The consumer test result showed that the overall acceptance was 93% and only 7% was rejected. The market survey showed that 90% of the consumer will want to buy the product if it is sold at RM4.00-RM5.00 per 200g. Only 7% will not buy, and 11% will consider to buy. As a conclusion, the production of fresh water catfish cracker with seaweed is a suitable product basis fish and it also may be able to compete with other cracker products found in the market.

## **SENARAI KANDUNGAN**

	Halaman
<b>PENGAKUAN</b>	i
<b>PENGESAHAN</b>	ii
<b>PENGHARGAAN</b>	iii
<b>ABSTRAK</b>	iv
<b>ABSTRACT</b>	v
<b>SENARAI KANDUNGAN</b>	vi
<b>SENARAI RAJAH</b>	x
<b>SENARAI JADUAL</b>	xi
<b>SENARAI LAMPIRAN</b>	xii
<b>SINGKATAN</b>	xiii
<b>SIMBOL DAN UNIT</b>	xiv
 <b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	
1.1    Pengenalan	1
1.2    Objektif kajian	5
 <b>BAB 2 ULASAN KEPUSTAKAAN</b>	
2.1    Snek ikan	6
2.2    Keropok	7
2.2.1    Penghasilan keropok	8
2.3    Kawalan mutu	10
2.4    Mutu keropok	10
2.4.1    Darjah pengembangan linear	10
2.4.2    Kerangupan	10
2.5    Pembungkusan	11

2.5.1	Plastik	11
2.6	Ikan	12
2.6.1	Ikan air tawar	12
2.6.2	Industri penternakan ikan air tawar	13
2.6.3	Ikan keli ( <i>Clarias gariepinus</i> )	13
a	Biologi dan morfologi ikan keli ( <i>Clarias gariepinus</i> )	14
b	Pembibitan	14
c	Penjagaan	15
2.7	Kanji	15
2.8	Garam	17
2.9	Gula	17
2.10	MSG (Monosodium gultamat)	17
2.11	Ais	18
2.12	Rumpai laut	18
	<i>2.12.1 Eucheuma cottonii sp</i>	20

### BAB 3 BAHAN DAN KAE DAH

3.1	Bahan	22
3.2	Pra-ujian	23
3.2.1	Reka bentuk eksperimen	23
3.3	Penghasilan puri rumpai	24
3.4	Penghasilan keropok	24
3.5	Pemilihan formulasi terbaik keropok	25
3.5.1	Ujian sensori pemeringkatan ( <i>Ranking test</i> )	25
3.5.2	Ujian sensori hedonik berskala 7	25
3.6	Ujian fizikokimia	26
3.6.1	Ujian pengembangan linear	26
3.6.2	Ujian penyerapan minyak	26
3.7	Ujian kualiti keropok formulasi terbaik	27

3.7.1	Ujian suhu minyak penggorengan	27
3.7.2	Ujian jangka hayat simpanan keropok terhadap penyimpanan pada jenis plastik PP yang berbeza ketebalan	27
3.8	Ujian perbandingan keropok ikan keli dengan rumpai laut terhadap keropok ikan keli tanpa rumpai laut	28
3.9	Ujian penerimaan pengguna	28
3.10	Analisis proksimat	29
3.10.1	Kandungan lembapan	29
3.10.2	Kandungan serabut kasar	29
3.10.3	Kandungan abu	30
3.10.4	Kandungan protein	31
3.10.5	Kandungan lemak	31
3.10.6	Kandungan karbohidrat	32
3.11	Analisis statistik	32

#### **BAB 4 HASIL DAN PERBINCANGAN**

4.1	Keputusan Ujian Sensori Pemeringkatan ( <i>Ranking Test</i> )	34
4.2	Keputusan Ujian Sensori Hedonik Berskala 7	36
4.2.1	Tahap penerimaan dari segi warna	37
4.2.2	Tahap penerimaan dari segi kerangupan	37
4.2.3	Tahap penerimaan dari segi rasa ikan	38
4.2.4	Tahap penerimaan dari segi rasa rumpai	38
4.2.5	Tahap penerimaan keseluruhan	38
4.3	Ujian pengembangan linear	39
4.4	Ujian penyerapan minyak	41
4.5	Ujian suhu minyak penggorengan	43
4.6	Ujian jangka hayat simpanan keropok terhadap penyimpanan pada jenis plastik PP yang berbeza ketebalan	45

4.7	Perbandingan keropok ikan keli dengan rumpai laut terhadap keropok ikan keli tanpa rumpai laut	48
4.8	Keputusan analisis proksimat keropok formulasi terbaik	49
4.8.1	Kandungan protein	49
4.8.2	Kandungan lemak	50
4.8.3	Kandungan air	50
4.8.4	Kandungan abu	51
4.8.5	Kandungan serabut kasar	51
4.8.6	Kandungan karbohidrat	51
4.9	Ujian penerimaan pengguna	51

## **BAB 5 KESIMPULAN DAN CADANGAN**

5.1	Kesimpulan	54
5.2	Cadangan	56

<b>RUJUKAN</b>	58
----------------	----

<b>LAMPIRAN</b>	65
-----------------	----

## **SENARAI RAJAH**

<b>No. Rajah</b>		<b>Halaman</b>
4.1	Peratus pengembangan linear keropok pada formulasi yang berbeza	39
4.2	Hubungan diantara pengembangan linear dan penyerapan minyak bagi keropok ikan keli dengan rumpai laut ( <i>E.cottonii</i> ) pada formulasi yang berbeza	41
4.3	Hubungan suhu minyak penggorengan terhadap peratus pengembangan linear, peratus kadar pengembangan dan serapan minyak keropok formulasi terbaik kan keli dengan rumpai laut ( <i>E.cottonii</i> )	43
4.4	Analisi proksimat keropok formulasi terbaik sebelum digoreng	49
4.5	Analisis proksimat keropok formulasi terbaik selepas digoreng	49
4.6	Keputusan tahap kesukaan pengguna pada keropok formulasi terbaik F8	52
4.7	Keputusan pembelian pengguna terhadap keropok formulasi terbaik F8	53

## SENARAI JADUAL

<b>No. Jadual</b>		<b>Halaman</b>
2.1	Komposisi nutrien bagi <i>Eucheuma cottonii</i> varieti perang (nilai min diberikan sebagai % daripada jisim kering)	21
3.1	Formulasi asas penghasilan keropok	23
3.2	Formulasi yang diubah-suai untuk menghasilkan keropok kering ikan keli dengan rumpai laut ( <i>E. cottonii</i> )	24
4.1	Rumusan keputusan data analisis statistik pemeringkatan bagi formulasi keropok ikan keli dengan rumpai laut	35
4.2	Skor min bagi ujian hedonik untuk formulasi keropok ikan keli dengan rumpai laut ( <i>E. cottonii</i> )	36
4.3	Skor min bagi penyimpanan keropok Ikan keli dengan rumpai laut ( <i>E. cottonii</i> ) di dalam plastik PP yang berbeza ketebalan	45
4.4	Keputusan ujian perbandingan berpasangan keropok dari segi keranggupan	48
4.5	Anggaran kos penghasilan keropok ikan keli dengan rumpai laut pada skala makmal	52

## **SENARAI LAMPIRAN**

<b>Lampiran</b>	<b>Halaman</b>
A      Carta alir proses pengeluaran keropok	65
B      Carta alir pemprosesan keropok ikan keli dengan rumpai laut ( <i>E.cottonii</i> )	66
C      Reka bentuk Blok Seimbang Tak Lengkap ( <i>Balanced Incomplete Block Design, BIB</i> )	67
D      Borang ujian sensori pemeringkatan	68
E      Borang ujian hedonik	69
F      Borang ujian perbandingan berganda	70
G      Borang ujian penerimaan pengguna	71
H      Pengiraan statistik nilai T dan LSD <sub>rank</sub>	72
I      Keputusan analisis statistik menggunakan kaedah SPSS versi 12.0 untuk ujian sensori Hedonik berskala 7	73
J      Keputusan analisis statistik menggunakan kaedah SPSS versi 12.0 untuk ujian perbandingan berganda bagi ujian simpanan keropok	74
K      Borang ujian perbandingan berpasangan	75
L      Jadual statistik ujian perbandingan berpasangan	76
M      Gambar keropok formulasi terbaik	77
N      Gambar bahan mentah utama	78
O      Gambar doh dan kepingan keropok sebelum dikeringkan	79
P      Keputusan analisis statistik menggunakan kaedah SPSS versi 12.0 untuk ujian darjah pengembangan linear dan serapan minyak bagi kelapan – lapan formulasi keropok	80
Q      Keputusan analisis statistik menggunakan kaedah SPSS versi 12.0 untuk ujian suhu minyak penggorengan bagi keropok	81

## SINGKATAN

SSMP	-	Sekolah Sains Makanan dan Pemakanan
HDL	-	<i>High Density Lipoprotein</i>
LDL	-	<i>Low Density Lipoprotein</i>
PP	-	Polipropilina
MARDI	-	<i>Malaysia Agricultural Research and Development Institute</i>
BOPP	-	<i>Biaxially Oriented polypropylene</i>
MSG	-	Monosodium gultamat
FAO	-	<i>Fisheries and Aquaculture Department</i>
ANOVA	-	<i>Analysis of Variance</i>
SPSS	-	<i>Statistical Package for Social Science</i>

## SIMBOL DAN UNIT

$\alpha$	-	Alfa
>	-	Lebih besar daripada
<	-	Lebih kecil daripada
%	-	Peratus
g	-	Gram
mg	-	milligram
cm	-	centimeter
mm	-	millimeter
mL	-	mililiter
$^{\circ}\text{C}$	-	<i>Degree Celsius</i>

## **BAB 1**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Pengenalan**

Semasa di awal era pembangunan, manusia menangkap ikan sebagai memenuhi keperluan makanan mereka sahaja. Tetapi, setelah kaedah pengawetan ditemui bagi mengelakkan kerosakan ikan secara semulajadi, ikan telah menjadi salah satu komoditi perdagangan. Akibatnya, penghasilan ikan telah berkembang menjadi salah satu industri di seluruh dunia. Menangkap ikan pada dasarnya daripada pemburuan dimana ia membekalkan ikan secara majoriti, namun penangkapan semulajadi ini hampir kepada batasannya. Sebaliknya, akuakultur telah berkembang dengan pesatnya menyumbang kepada bekalan ikan (Ruiter, 1995).

Di Malaysia, pengeluaran ikan pada tahun 2004 ialah sebanyak 1,527,988 tan bernilai RM5,505.9 juta. Sebanyak 87% (1,331,645 tan) daripada jumlah tersebut adalah pengeluaran peringkat tangkapan marin bernilai RM4,241.4 juta, 13.2% (202,225 tan metrik) pengeluaran akuakultur bernilai RM1,264.5 juta dan selebihnya perikanan darat dan ikan hiasan (Jabatan Perikanan Malaysia 2004). Unjuran pengeluaran ikan pada tahun 2010 ialah 1.93 juta tan metrik bernilai RM6.0 bilion. Dianggarkan bahawa 900 000 tan metrik adalah daripada perikanan pantai, 600 000 tan metrik adalah daripada akuakultur manakala 430 000 tan metrik daripada perikanan laut (Che Rohani *et al.*, 2007).

Akuakultur marin atau lebih dikenali sebagai marinkultur yang merupakan perusahaan yang moden dan memerlukan usaha serta tumpuan yang sepenuh masa. Akuakultur yang dikenali juga sebagai pertanian aquatik telah dijalankan di beberapa buah negara di Asia sejak beberapa kurun lamanya (tidak kurang dari 3000 tahun

dahulu). Namun begitu, konsep akuakultur masih dianugerah baru di Malaysia (Lokman, 1992).

Akuakultur boleh diertikan sebagai satu kegiatan manusia masa kini untuk meningkatkan pengeluaran organisme di dalam air yang berguna dari segi komersial dan keperluan makanan protein secara intensif (Lokman, 1992). Akuakultur juga dikenali sebagai pemeliharaan ikan di kolam perkarangan dapat dilakukan di dalam air tawar, payau dan air laut. Usaha pembesaran ikan memerlukan benih atau ikan yang berusia muda. Pembesaran ikan ini juga memerlukan prasarana, sasaran produk, penggunaan teknologi dan sistem yang baik dan teratur (Zulkifli, 2002).

Ikan keli adalah antara ikan air tawar yang telah dipelihara pada masa kini. Ia boleh diternak di dalam kolam tanah, tangki konkrit dan tangki gentian kaca. Namun baru-baru ini Jabatan Perikanan Malaysia telah memperkenalkan suatu sistem ternakan ikan keli di dalam tangki kanvas. Sistem ini tidak memerlukan kawasan yang begitu luas dan tidak memerlukan tenaga kerja yang ramai. Selain untuk tujuan komersil, sistem penernakannya adalah mesra alam dan menghasilkan ikan yang berkhasiat tanpa masalah bau lumpur (*off-flavour*) (Bahagian Pengurusan Maklumat Perikanan, 2006).

Struktur keli mempunyai badan berbentuk memanjang dengan kepala pipih ke bawah. Mulut berada di hujung dengan sepasang sesungut, nasal, rahang atas, rahang bawah dan mental. Sirip ekor membundar tidak bergabung dengan sirip anal. Sirip perut juga membundar. Mempunyai sepasang senjata yang sangat berbisa dan berbahaya (Heru, 1994). Menurut Jabatan Sains Marin Universiti Malaysia Sabah, Jenis ikan keli yang biasa diternak di sabah adalah jenis ikan keli Utara Afrika (*African Carfish*) yang merangkumi 7 genera dan sekurang-kurangnya mempunyai 45 spesis (Hargreaves & Tucker, 2004).

Jika dilihat secara umum, Kegunaan ikan adalah sebagai sumber protein haiwan utama bagi penduduk di Malaysia. Pengambilan protein ikan negara adalah tertinggi di dunia dan dianggarkan 45 – 50 kilogram setahun. Permintaan terhadap ikan dan produk ikan dijangka meningkat melebihi 1.5 juta pada tahun 2010 (Rokiah *et al.*, 2007). Peningkatan pengambilan ikan adalah berdasarkan penerimaan

komoditi ini sebagai salah satu sumber makanan yang sihat (Che Rohani *et al.*, 2007).

Ikan dikategorikan sebagai makanan berprotein tinggi yang kaya dengan asid amino perlu seperti lisin dan metionina. Isi ikan kaya dengan vitamin B. Ikan jenis berlemak adalah sumber vitamin A dan D manakala telur ikan kaya dengan vitamin B dan C. Ikan mempunyai kandungan sodium yang rendah tetapi kaya dengan kalsium, fosforus, ferum, iodin dan kuprum. Di samping itu, ikan mempunyai kandungan rantai asid lemak tak tepu. Secara umumnya minyak ikan mempunyai kebaikan kepada manusia iaitu mengurangkan penyakit yang berkaitan dengan penyaluran darah, mengurangkan tahap jumlah kolesterol dan serum, meningkatkan kolesterol lipoprotein ketumpatan tinggi (HDL) dan mengurangkan kolesterol lipoprotein ketumpatan rendah (LDL) (Che Rohani *et al.*, 2007).

Namun, sambutan bagi ikan air tawar seperti ikan keli adalah kurang popular khususnya bagi masyarakat di Sabah. Ini kerana persepsi kurang baik terhadap sumber ini berkenaan bau tanah yang dihasilkan menyebabkan ikan keli tidak menjadi pilihan yang utama. Terdapat juga kepercayaan ‘kuno’ yang menganggap ikan keli berasal daripada berudu, iaitu anak katak. Selain itu, masyarakat juga percaya bahawa jika orang mati lemas di dalam sungai, mayat yang hanyut dan telah reput itu biasanya dimakan oleh ikan keli. Malah, pengetahuan yang kurang bagaimana cara pengendalian ikan keli yang mempunyai badan yang berlendir dan bersesungguh (berjanggut) tajam dan berbisa mendorong lagi masyarakat untuk tidak menerima ikan keli.

Oleh itu, bagi mengubah tanggapan negatif masyarakat terhadap ikan keli, pembangunan keropok daripada ikan keli dijalankan sebagai salah satu cara untuk mengubah persepsi ini. Selain daripada sumber ikan keli yang mudah didapati kerana telah dipelihara, penggunaan ikan keli juga dapat mempromosikan ikan air tawar dalam penghasilan keropok kerana kebanyakkan pengeluar menggunakan ikan air masin disebabkan Kos pembelian ikan yang ditangkap dari air masin dikatakan lebih murah berbanding menggunakan ikan air tawar yang telah dipelihara. Tambahan pula, perairan Sabah yang kaya dengan sumber ikan laut menyebabkan para pengeluar mempunyai pilihan yang banyak dalam pemilihan ikan untuk membuat keropok. Jika dilihat daripada nilai nutrisi ikan keli, ikan keli mempunyai Kandungan

lembapan 80–85%, protein 12.6–15.6% dan kandungan lipid 1.1–3.0%. Kandungan mineral iaitu kandungan sodium 222–594 mg/100 g (Elena *et al.*, 2008).

Rumpai laut merupakan kumpulan tumbuhan yang banyak mendiami persekitaran laut (Ahmad, 1995). Terdapat 240 spesis rumpai laut yang tumbuh di Malaysia dan beberapa bahagian pasifik Indonesia (Ong *et al.*, 2001). Di Sabah, *Eucheuma* merupakan rumpai laut yang sangat digemari oleh masyarakat tempatan (Ahmad, 1995). *Eucheuma Cottonii* merupakan salah satu alga merah yang berasal daripada kumpulan *Rhodophyta*. Menurut kajian Matanjun *et al.* (2008), *E. cottonii* mengandungi kandungan nutrisi seperti : Kandungan abu (37.15–46.19%), serat (25.05–39.67%), rendah lipid (0.29–1.11%), 12.01–15.53% macro-mineral (Na, K, Ca dan Mg), 7.53–71.53 mg.100 g<sup>-1</sup> mineral surih (Fe, Zn, Cu,Se dan I), protein 9.76%, mengandungi vitamin dan α-tocopherol. Maka, permintaan terhadap rumpai laut ini semakin meningkat sebagai makanan, makanan kering bagi haiwan, baja, dan sebagai sumber ubat di dalam perubatan (Sánchez-Machado *et al.*, 2004).

Pembangunan keropok daripada ikan keli dapat ditingkatkan dengan pertambahan rumpai laut dari spesis *Eucheuma cottonii*. Perkara ini bukan sahaja dapat membangunkan keropok yang merupakan snek ikan tradisional yang diusahakan sejak turun temurun, malah dapat menambah nilai nutrisi keropok yang dihasilkan kerana telah diketahui umum bahawa rumpai laut mempunyai pelbagai kandungan nutrisi yang diperlukan oleh badan manusia, selain itu, penggunaan rumpai laut dapat memperluaskan lagi penggunaannya di dalam makanan terproses.

Keropok atau 'fish cracker' sangat terkenal di Malaysia dan di negara Asia Tenggara (Kyaw *et al.* 2001). Keropok dihasilkan dengan penghasilan doh daripada pencampuran beberapa jenis kanji, pengisaran isi ikan dan air. Doh tersebut dibentuk, direbus untuk mengelatinkan kanji, kemudiaanya dipotong menjadi kepingan yang nipis dan dikeringkan. Sebelum dimakan, kepingan tersebut digoreng di dalam minyak yang panas, kemudiaanya keropok tersebut mengembang kepada produk yang ringan dan berliang halus (Yu & Low, 1992). Menurut Akta dan Peraturan Makanan 1985, Keropok ikan hendaklah hasil ikan yang disediakan dari ikan dan kanji, dengan atau tanpa perencah. Keropok ikan dalam keadaan yang belum digoreng, hendaklah mengandungi: Dalam hal keropok ikan yang disediakan

daripada ikan segar, tidak kurang daripada 12% protein dan dalam hal keropok yang disediakan daripada krustasean dan moluska, tidak kurang daripada 6.9% protein.

Oleh yang demikian, pembangunan keropok ikan air tawar daripada ikan keli bersama dengan rumpai laut merupakan suatu langkah inisiatif bijak yang dilakukan bagi membendung masalah dan maningkatkan kualiti pemakanan masyarakat dalam penghasilan keropok ikan.

### **1.2 Objektif kajian:**

1. Menentukan formulasi yang terbaik bagi keropok ikan air tawar ikan keli (*Clarias gariepinus*) berserta rumpai laut (*Eucheuma cottonii*) melalui ujian sensori
2. Mengkaji suhu minyak penggorengan yang paling sesuai untuk keropok dengan formulasi terbaik dengan menentukan darjah pengembangan linearinya
3. Menilai jangka hayat keropok formulasi terbaik sepanjang tempoh penyimpanan di dalam 3 jenis plastik polipropelina (PP) yang berbeza ketebalan
4. Menentukan kandungan nutrisi keropok formulasi terbaik yang dihasilkan
5. Menilai penerimaan pengguna terhadap keropok formulasi terbaik yang dihasilkan

## BAB 2

### ULASAN KEPUSTAKAAN

#### 2.1 Snek ikan

Snek ikan merupakan makanan ringan berdasarkan ikan yang berzat kerana produk dalam kategori ini mempunyai kandungan protein yang baik iaitu antara 6-15 peratus (Che Rohani *et al.*, 2007). Snek biasanya dimakan pada masa lapang seperti semasa membaca, menonton television dan sebagainya (Lee *et al.*, 1997). Snek dimakan diantara hidangan biasa dimana ia bukanlah sebagai hidangan yang utama dalam seharian contohnya seperti sarapan pagi, makan tengah hari atau makan malam, snek sekadar alas perut diantara hidangan utama tersebut dan sebagai sumber tenaga ringkas kepada badan. Memakan snek memberi keseronokkan terhadap rasanya. Snek ikan berserat tinggi dan snek ikan berkalsium tinggi merupakan produk baru yang dihasilkan melalui penyelidikan saintifik sesuai dengan perkembangan semasa kerana masyarakat lebih menitikberatkan makanan sihat (Che Rohani *et al.*, 2007).

Makanan snek biasanya lazat tetapi kurang atau tidak berkhasiat dan penuh dengan lemak, gula dan garam. Makanan remeh (*junkfoods*) juga merupakan sejenis snek yang terdiri dari pelbagai jenis perasa tiruan yang berperisa seperti ayam, udang dan keju. Namun ia boleh terdiri dari sayur-sayuran seperti lobak dan sebagainya. Mereka yang sering memakan snek biasanya berisiko menjadi obes atau menghidap penyakit-penyakit seperti penyakit kencing manis dan penyakit Darah Tinggi. Setengah makanan remeh pula mengandungi banyak karsinogen yang boleh mengakibatkan penyakit Barah.

## 2.2 Keropok

Keropok merupakan snek ikan tradisional yang telah diusahakan sejak turun-temurun di Pantai Timur Semenanjung (Che Rohani *et al.*, 2007). Keropok atau '*fish cracker*' sangat terkenal di Malaysia dan di negara Asia Tenggara (Kyaw *et al.*, 2001). Tinjauan yang dilakukan menunjukkan bahawa keropok lebih digemari oleh pengguna adalah keropok yang menggunakan ikan dan udang (Wan Rahimah, 1984). Industri keropok bermula daripada perusahaan keluarga secara kecil-kecilan, tetapi pada masa kini, kebanyakan kilang telah melabur kepada penggunaan mesin yang lebih moden untuk meningkatkan pengeluarannya (Nurul *et al.*, 2001).

Menurut Akta Makanan dan Peraturan Makanan 1985, Keropok ikan hendaklah hasil ikan yang disediakan dari ikan dan kanji dengan atau tanpa perencah. Keropok ikan yang dalam keadaannya yang belum digoreng, hendaklah mengandungi: dalam hal keropok ikan yang disediakan daripada ikan segar, selain dari krustasean dan moluska, tidak kurang daripada 12 peratus protein dan dalam hal keropok ikan yang disediakan daripada krustasean dan moluska, tidak kurang daripada 6.9 peratus protein. Keropok ikan boleh mengandungi bahan pewarna yang dibenarkan dan penambah perisa yang dibenarkan, maka hendaklah ditulis pada label di atas sesuatu bungkusan yang mengandungi keropok ikan, perkataan 'ikan', 'udang', 'sotong' atau nama jenis ikan yang lain, mengikut mana yang berkenaan, atau nama biasa ikan itu, didahului sebaik sahaja sebelumnya dengan penghurufan yang sama yang tidak kurang daripada 10 poin dengan perkataan 'keropok'.

Keropok dihasilkan dengan penghasilan doh daripada pencampuran beberapa jenis kanji, pengisaran isi ikan dan air. Doh tersebut dibentuk, direbus untuk mengelatinkan kanji, kemudiaanya dipotong menjadi kepingan yang nipis dan dikeringkan. Sebelum dimakan, kepingan tersebut digoreng di dalam minyak yang panas, kemudiaanya keropok tersebut mengembang kepada produk yang ringan dan berliang halus (Yu & Low, 1992).

Siaw *et al.* (1985) dan Yu (1992) menyatakan bahawa, kerangungan merupakan atribut kualiti yang penting bagi keropok, dimana ia berkaitan dengan pengembangan linear dan sampel (keropok) yang memberikan pengembangan linear melebihi 77% adalah diterima. Kesegaran ikan juga merupakan salah satu faktor dalam mempengaruhi mutu keropok yang terhasil dimana ikan yang dibeli segar

merupakan ikan yang terbaik dalam penghasilan keropok berbanding dengan ikan yang disimpan di dalam peti penyejukbeku (Serefarzi *et al.*, 1993).

### 2.2.1 Penghasilan keropok

Produk keropok disediakan dengan menggunakan isi ikan, kanji dan garam. Ia berbentuk kepingan nipis bulat atau membujur setebal 1-2 mm, bersaiz 3-10 cm garis pusat, berwarna cerah jernih atau kehitaman bergantung kepada jenis ikan yang digunakan. Jenis kanji yang digunakan adalah tepung sagu dan tepung ubi kayu, manakala jenis ikan yang sesuai digunakan adalah ikan tamban, kerisi, parang, lolong bara, biji nangka, conor, kacang-kacang, haruan, patin dan lain-lain (Che Rohani *et al.*, 2007).

Kaedah yang digunakan oleh pengusaha di Malaysia dalam menghasilkan keropok antaranya menggunakan kaedah tradisional, kaedah moden dan kaedah ekstrusi (Wan Rahimah, 1992). Menurut sumber daripada Siaw & Idrus (1979) menyatakan, MARDI (*Malaysia Agricultural Research and Development Institute*) telah memperbaharui lima teknik terbaru yang diaplikasikan di dalam pemprosesan keropok iaitu penggaulan, pembentukan doh, pengukusan, penyejukkan serta pemotongan dan pengeringan.

Pada mulanya, bahan-bahan mentah disediakan. Ikan dibuang kepala dan perut, dibersihkan dan diasinkan isiinya dengan mesin pengasing isi. Purata kadar perolehan isi adalah 65%. Kemudiannya isi ikan disukat dan digaul bersama tepung ubi, garam, gula bahan perasa dan air/ais sehingga sebatil selama 8-10 minit (MARDI, 1994). Proses pencampuran bahan ini dikenali sebagai proses penggaulan. Menurut kajian, tekstur dan pengembangan linear produk akhir keropok dipengaruhi oleh kandungan nisbah amilosa dan amilopektin (Mohamed *et al.*, 1989; Haryadi, 1994). Penggelatinan adunan, kadar pemasakan, tekstur dan pengembangan keropok juga dipengaruhi oleh proses penggaulan (Zainun, 1997).

Selepas itu, proses pembentukan doh dilakukan dengan memasukkan adunan ke dalam mesin pembentuk iaitu *stuffer*, dan dibentuk mengikut saiz keropok yang dikehendaki kemudian diatur di dalam talam aluminium yang berlubang (MARDI, 1994). Kaedah tradisional juga boleh digunakan untuk membentuk doh iaitu dengan menggunakan tangan. Namun hasilnya akan membentuk doh yang tidak seragam

## RUJUKAN

- Ahmad Ismail. 1995. *Rumpai Laut Malaysia*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Aminah Ahmad. 2000. *Prinsip Penilaian Sensori*. Bangi: Penerbitan UKM.
- Apin, J. E. 2000. *Teknik-teknik Pengkulturan dan Pengendalian Rumpai Laut Sabah*. Jabatan Perikanan Sabah.
- AOAC. 2000. *Official methods of analysis* (edisi ketujuh belas). Association of Official Analytical Chemist. Washington, D. C.
- Azhary, Y. & M Jaafar, S. 2005. *Pemprosesan Hasil Pertanian Tingkatan 4 & 5 Sekolah Vokasional*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka
- Bahagian Pengurusan Maklumat Perikanan. 2006. *Buku resepi masakan ikan keli*. Kuala Lumpur: MPH Group Printing.
- Bambang, A. M. 2001. *Beberapa Metode Pemberian Ikan Air Tawar*. Yogyakarta: Kanisius.
- Beynum G.M.A. and J.A. Roels. 1985. *Starch Conversion Technology*. Marcel Dekker, Inc. New York.
- Bruton, M.N. 1979. The breeding biology and early development of *Clarias gariepinus* (Pisces, clariidae) in Lake Sibaya, South Africa, with a review of breeding species of the subgenus *Clarias* (*Clarias*). *Trans. Zool. Soc. London*, **35**:1-45.
- Chanderan, K.V.N., Chee, C.S. & Guruprasad. A.S.1996. Effects of Frying Parameters on Physical Changes of Tapioca Chips during Deep-Fat-Frying. *International Journal of Food Science & Technology*. **31** (3):249-256.
- Chapman, C. J. & Chapman D. J. 1980. *Seaweed And Their Uses*. (3<sup>rd</sup> ed). New York: Chapman and Hall Ltd.
- Che Rohani, A., Rokiah, M., Mohd Arif, W., Abu Bakar, H., & Wan Rahimah, W. I. 2007. *Manual Pemprosesan Produk Ikan*. Kuala Lumpur: Institut Penyelidikan dan Kemajuan Pertanian Malaysia (MARDI).
- Che Rohani, A. 1996. Kawalan mutu dalam pemprosesan Surimi dan hasilan Surimi. *Jurnal Teknologi Makanan*, **15**: 23-29.
- Cheflie, J. C. Cuq, J. L & Lorent, D. 1993. *Asid Amino, Peptide & Protein*. Dlm Ab. Salam., Md. Ali. A.R., Mohd Khan. A. Osman. H. Nitisewojo. P. & Soleha. I. Kimia Makanan. Jil 1:255-375. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka. Terjemahan. Owen. R.F. 1985. *Food Chemistry*. (1<sup>st</sup> edition). New York: Marcel Dekker, Inc.

- Cheow, C.S., Kyaw, Z.Y., Howell, N.K. & Dzulkifly, M.H. 2004. *Relationship between Physicochemical Properties of Starches and Expansion of Fish Cracker (Keropok)*. Journal of Food Quality. **27**:1-12.
- Cochran, W. G. & Cox, G. M. 1957. *Balanced and partially balanced incomplete block designs*. dlm. Cochran, W. G. & Cox, g. m. (EDS). Experimental Design. John Wiley & Sons, New York.
- Elena, Orban., Teresina, Nevigato., Gabriella, Di Lena., Maurizio, Masci., Irene, Casini., Loretta, Gambelli., & Roberto, Caproni. 2008. *New trends in the seafood market. Sutchi catfish (Pangasius hypophthalmus) fillets from Vietnam: Nutritional quality and safety aspects*. National Research Institute for Food and Nutrition (INRAN), Seafood Study Unit, Via Ardeatina 546, 00178 Rome, Italy.
- Elizabeth, L. 1637. *Laboratory Methods for Sensory Evaluation Food*. Canada: Minister of Supply and Services Canada
- Engle, R. C. & Hanson, T. R. 2004. Marketing and Economics. Dalam Hargreaves, J. A. & Tucker C. S. 2004. *Biology and Culture of Chanel Catfish 1st Edition*. Netherlands: Elsevier B.V.
- FAO. 2008a. Fisheries and Aquaculture Department – *Potencial For Eucheuma Cottonii Seaweed Farming in Samoa*. (atas talian) <http://www.fao.org/docrep/005/AC888E/AC888E00.htm#toc>
- FAO. 2008b. Fisheries and Aquaculture Department – *Clarias Gariepinus*. (atas talian) <http://www.fao.org/docrep/003/w3595e/w3595e03.html#topofpage>.
- Gordon, L. R. 2006. *Food Packaging, Principles and Practice* (2<sup>nd</sup> edition). Taylor & Francis Group: CRC Press.
- Gudrun Olafsdottir. 2004. Multisensor for fish quality determination. *Trends in food science and technology*, **15**, 86-93.
- Hargreaves, J. A. & Tucker, C. S. 2004. *Biology and Culture of Chanel Catfish (1st Edition)*. Netherlands: Elsevier B.V.
- Haryadi. 1994. Physical characteristic and acceptability of the keropok crackers from different starch. *Indonesian Food and Nutrition Progress*, **1** (1), 23-26.
- Heru, Susanto. 1994. *Budidaya Ikan di Perkarangan*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Huda, N, Abdullah, A., and Babji, A.S. 2001. *Substitution of tapioca flour with surimi powder in traditional crackers (keropok Palembang)*. 16<sup>th</sup> Scientific Conference Nutrition Society of Malaysia, Kuala Lumpur.
- Hodgkiss, I. J. & Lee, K. Y. 1983. *Hong Kong Seaweed*. Hong Kong: The Urban Council

- Imerson, A. 1999. *Thickening and Gelling Agents for Food* (2<sup>nd</sup> ed). New York: Aspen Publisher, Inc.
- Jabatan Perikanan Sabah Kota Kinabalu. 2008. Perangkaan Tahunan Perikanan 2006. Sabah: Jabatan Perikanan Sabah Kota Kinabalu.
- King, M.A. 2002. Development and sensory acceptability of crackers made from the Big-eye fish (*Brachydeuterus auritus*), *Food and Nutrition Bulletin* **23** (3): 317-320
- Kordylas, J. M. 1990. *Processing and preservation of tropical and subtropical foods*. London: Macmillan Education Ltd.
- Kyaw, Z.Y., Yu, S.Y., Dzulkifly, M.H., & Howell, N.K. 2001. Effect of Fish to Starch Ratio on Viscoelastic Properties and Microstructure of Fish Cracker ('keropok') Dough. *International Journal of Food Science and Technology*, **36**: 741-747.
- Khan, S.I & Satam, S.B 2003. Seaweed Mariculture: Scope And Potential in India. *Aquaculture Asia*. **8** (4): 26-28.
- Lee, S. Y., Khatijah, I. & Chia, J. S. 1997. *An Overview of Industrially Produced Extruded Snack in Malaysia*. Kuala Lumpur: MARDI
- Lee, Jau-Shya., Lo, Y.L. & Chye, F.Y. 2008. Effect of K<sup>+</sup>, Ca<sup>+</sup> and Na<sup>+</sup> on gelling properties *Eucheuma cottonii*. *Sains Malaysiana*. **37**(1): 71-77.
- Lee, C. M. 1984. Surimi Processing Technology. *Food Technology* **40**: 115-124.
- Leyman, J. 2002. *Seaweed power*. Samudra March 2002. 19-20.
- Linden, G. & Lorient, D. 1999. *New Ingredient in Food Processing – Biochemistry and Agriculture*. New York: Woodhead Publishing Limited.
- Lokman, S. 1992. *Akuakultur Pinggir Laut*. Selangor Darul Ehsan: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Losada P. 2004. Fatty acids, total lipid, protein and ash contents of processed edible seaweeds. *Food Chem* **85**: 439–444.
- Mabeau, S. & Fleurence, J. 1993. Seaweed In Food Products: Biochemical And Nutritional Aspects. *Trends In Food Science & Technology*, **4**: 103-107.
- MARDI. 1994. *Perusahaan Memproses Keropok, Siri Panduan Untuk Usahawan*. Kuala Lumpur: MARDI.
- Marshall, W. E & Chrastil, J. *International Of Food Proteins With Starch*. Dlm. Hudson, B. J. F. (pnyt). 1992. 75-82. London: Elsevier Applied Science Publishers.
- Matanjun P., Mohamed S., Mustapha N.M., Muhammad K., Ming C.H. 2008. *Antioxidant activities and phenolics content of eight species of seaweeds from north Borneo*. *J Appl Phycol DOI 10.1007/s10811-007-9264-6*

- Matanjun, P. 2001. *Rumpai Laut: Penggunaan Sebagai Sumber Makanan dalam Buletin Suara Makanan SSMP*. Sabah: Universiti Malaysia Sabah.
- Matz, S.A. 1979. *Snack Food Technology*. Connecticut: The AVI Publishing Company Inc.
- McHugh D.J. 2002. *Production and Utilization of Products from Commercial Seaweeds*. Caracalla FAO Fisheries Technical Paper United States.
- Meilgaard, M., Civille, G.V. & Carr, B. T. 1999. *Sensory Evaluation Techniques* (3<sup>rd</sup> ed). Florida: CRC Press.
- Mohd Ismail Abdullah & Wan Latifah Wan Ismail. 1985. Fillet Daripada Ikan Air Tawar. *Teknologi Makanan*. 4 (2): 105-109.
- Mohamed, S., Abdullah, N., & Muthu, M.K. 1989. Physical properties of keropok (fried crisps) in relation to the amylopectin content of the starch flours. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 49, 369-377.
- Mohamed, S., Abdullah, N. and Muthu, M. K. 1988. *Expansion, oil adsorption, elasticity and crunchiness of keropok (fried crisps) in relation to the physico-chemical nature starch flours*. In Maneepun, S., Varangoon, P. and Phithakpol, B. (Eds.). *Food science and technology in industrial development*, pp. 108-113. Bangkok, Institute of Food Research and Product Development.
- Morten, M., Gail, V. C. & B. Thomas, C. 1999. *Sensory Evaluation Techniques* (3rd ed). New York: CRC Press LLC Sánchez-Machado DI, López-Hernández J, Paseiro.
- Moussa, T.A., 1956. Morphology of the accessory air-breathing organs of the teleost *Clarias lazera* (C&V). *J. Morph.*, 98:125-160.
- Nawar, W. W. 1993 *Lipid*. Dlm Ab. Salam., Md. Ali. A.R., Mohd Khan. A. Osman. H. Nitisewojo. P. & Soleha. I. Kimia Makanan. Jil 1:255-375. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka. Terjemahan. Owen. R.F. 1985. *Food Chemistry*. (1<sup>st</sup> edition). New York: Marcel Dekker, Inc.
- NitiSewojo, P. 1995. *Prinsip Analisis Makanan*. Kuala Lumpur: Pencetakan UKM.
- Noranizan, M. A. 2002. *Modification of Wheat, Sago and Tapioca Starches by Irradiation and It's Effect on The Physical Properties of Fish Crackers (keropok)*. Faculty Food Technology. University Putra Malaysia.
- Nurul Huda, Aminah Abdullah and Abdul Salam Babji. *Substitution of Tapioca Flour with Surimi Powder in Traditional Crackers (Keropok Palembang)*. 16<sup>th</sup> Scientific Conference Nutrition Society of Malaysia, 24-25 March 2001, Kuala Lumpur.

Ong, J. E. & Gong, W. K. 2001. *The Encyclopedia of Malaysia. The Seas*. Vol. 6. Editors. USM: Archipelago press.

Peraturan & Akta Makanan. 1985. *Akta Makanan 1985. Laws of Malaysia*. MDC Publisher Sdn. Bhd.

Pigott, George. M., & Tucker, Barbee.W. 1990. *Seafood Effect of Technology On Nutrition*. New York: Marcel Dekker Inc.

Radley, J.A. 1976. *Starch Production Technology*. London: Applied Science Publishers.

Rokiah, M., Che Rohani, A., Faridah, M. S., Mohd Arif, W., Othman, M. T., Rashidah, M., & Zolkafli, A. 2007. *Manual Teknologi Penghasilan Otoshimi dan Produk Otoshimi*. Kuala Lumpur: Institut Penyelidikan dan Kemajuan Pertanian Malaysia (MARDI).

Round F.E. 1962 *The Biology of the Algae*. Edward Arnold Ltd.

Rosmawaty P., Yusro N.F. and Sugiyono, I.J. 1996. *Food additives and effect of thickness on fish crackers quality*. In Kuang, H. K., Kim, L. L. and Yong L. P. (Eds.). Proceedings of the seminar on the advances in fish processing technology in Southeast Asia in relation to quality management, pp. 106-114, Indonesia Marine Fisheries Research Department and Southeast Asian Fisheries Development Center.

Rudolph, B. 2000. *Seaweed product: red algae of economic significance*. In *Marine and freshwater products handbook*, Martin, R.E., Carter, E.P., Davis, L.M., Flieh, G. J., eds. Pp 515-529. Boca Raton, FL: CRC Press.

Ruiter, A. 1995. *Fish and Fishery Products Composition, Nutritive Properties and Stability*. United Kingdom: CAB International.

Rungnaphar, P. Theeranan, T. Thongchai, S. 2007. Thermal and rheological properties of tapioca starch and xyloglucan mixtures in the presence of sucrose. *Journal of Food Research International* **40** 239-248.

Ruperez, P. 2002. Mineral Content of Edible Marine Seaweed. *Food Chemistry*, **7**. 23-26.

Samuel, A. M. 1962. *Food Texture*. London: AVI Publishing Company Inc.

Samsudin, A. Rokiah, A. & Mohd Taufik. A. 1990. *Pengeringan Sotong Dengan Menggunakan Mesin*. MARDI.

Sánchez-Machado DI, López-Hernández J, Paseiro-Losada P. 2004. Fatty acids, total lipid, protein and ash contents of processed edible seaweeds. *Food Chem* **85**: 439-444

Setefazi, M.N., Abu Kassim., A & Rashilan M. 1993. *Pengurusan Industri Memproses Keropok Ikan: Satu Kajian Kes Serdang*. MARDI.

- Siaw, C.L., Idrus, A.Z. & Yu, S.Y. 1985. Intermediate technology for fish crackers ('keropok') production. *Journal of Food Technology*, **20**: 17-21.
- Siaw, C. L & Idrus, A.Z. 1985. *Application of Intermediate Technology In The Processing of Fish Crackers (keropok) in Malaysia*. Selangor: Serdang.
- Siaw, C.L. & Idrus, A.Z. 1979. *Application of Intermediate Technology in The Processing of Fish Cracker in Peninsular Malaysia Seminar Paper*. Symposium in protein rich food in ASEAN countries, Kuala Lumpur.
- Siaw, C. L., A. Z. Idrus & S. Y. Yu. 1985. *J. Fd. Technol.* **21**: 17-21
- Smith, V. & William, F. 1995. *Fishbase Collaborator*. USA: US Geological Survey & Biological Resource Division.
- Sriburi, P., Hill, S. E., & Mitchell, J. R. (1999). Effects of L-ascorbic acid on the conversion of cassava starch. *Food Hydrocolloids*, **13**: 177-183.
- Steven, M.D. and J.H. Hotchkiss. 2003. "Package Functions." In *Encyclopedia of Agricultural, Food, and Biological Engineering*. D.R. Heldman, Ed. New York: Marcel Dekker.
- Suhaila, M., Norhasimah, A. H. & Mansoor, A. H. 1999. Food Components Affecting the Oil Absorption and Crispness of Fried Batter. *Journal of the Science of Food & Agriculture*. **78** (1): 39-45.
- Suhaila Mohamed, et al. 1989. Physical Properties of keropok (Food Chips) in Relation To The Amilopektin Content of Starch Flours. *Journal of Food Science and Agriculture* **49**: 369-377.
- Suzanne, S. N. 1998. *Food Analysis* (2nd ed). Gaithersburg: An Aspen Publisher, Inc.
- Wan Rahimah Wan Ismail. 1984. *Penyediaan Keropok Secara Moden, Jilid II*. Serdang: Bahagian Teknologi Makanan MARDI
- Wan Rahimah Wan Ismail. 1985. *Penyediaan Keropok Secara Moden, Jilid II*. Serdang: Bahagian Teknologi Makanan MARDI.
- Whistler R.L., E.F. Paschall and J.N. BeMiller. 1984. *Starch Chemistry and Technology*. Academic Press, Inc. New York.
- Wong, K.H. & Cheung, P.C.K. 2000. Nutritional evaluation of some subtropical red and green seaweeds: Part I – Proximate composition, amino acid profiles and some physico-chemical properties. *Food Chemistry*. **71**: 475-482
- Wurzburg O.B. 1986. *Modified Starch: Properties and Uses*. CRC Press, Inc. Boca Raton: Florida.

Yu, S.Y. 1992. *Oreochromis mossambicus* in fish crackers ('keropok'). *ASEAN Food Journal*, **2**(1): 51-52.

Yu, S.Y. & Low, S.L. 1992. Utilisation of Pre-Gelatinised Tapioca Starch in the Manufacture of a Snackfood, Fish Cracker ('Keropok'). *International Journal of Food Science and Technology*, **27**: 593-596.

Yu, S. Y. 1991. Acceptability of fish crackers (keropok) made from different types of flour. *ASEAN Fd. J.* **6**(3): 114-116.

Zainun Che Ahmad. 1997. Pemprosesan Keropok Terung Asam. *Majalah Teknologi Makanan*. **16** (1): 105-108.

Zakaria, M. I. 2003. *Ikan*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.

Zulkifli, Jangkaru. 2002. *Pembesaran Ikan Air Tawar di Pelbagai Lingkungan Pemeliharaan*. Jakarta: Penebar Swadaya.