

**PENGHASILAN SNEK IKAN CAMPURAN RUMPAI LAUT
(*Eucheuma cottonii*) MENGGUNAKAN EKSTRUDER SKRU
BERKEMBAR**

NUR ATIKAH BINTI MOHD RIDWAN LEE

**PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH**

**LATIHAN ILMIAH INI DIKEMUKAKAN UNTUK MEMENUHI
SEBAHAGIAN DARIPADA SYARAT MEMPEROLEHI IJAZAH
SARJANA MUDA SAINS MAKANAN DENGAN KEPUJIAN
(TEKNOLOGI MAKANAN DAN BIOPROSES)**

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

2013



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS

JUDUL: PENGHASILAN SNEK IKAN CAMPURAN RUMPAI LAUT(CEUCAUMA COCHONII) MENGGUNAKAN EKSTRUDER SKAU BERKEMBARIJAZAH: SARJANA MUDA SAINS MAKANAN DENGAN KEPUJIAN (TEKNOLOGI
MAKANAN DAN BIOPROSES)SESI PENGAJIAN: 2009/2010Saya NUR FATIMAH BINTI MOHD RIDWAN LEE

(HURUF BESAR)

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

1. Tesis adalah hakmilik 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

lee
(TANDATANGAN PENULIS)Dr. Nooramar
(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)Alamat Tetap: KAMPUNG SEBERANG,89760, MENUMBOK, SABAHDR. NOORAKMAR AB. WAHAB

Nama Penyelia

Tarikh: 02/0405/2013Tarikh: 02/0405/2013

CATATAN: * Potong yang tidak berkenaan.

* Jika tesis ini SULIT atau TERHAD, sila lampiran surat daripada pihak berkuasa/organsasi 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).



PENGAKUAN

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

3 Jun 2013



Nur Atikah binti Mohd Ridwan Lee

BN09110011

PENGESAHAN

NAME : NUR ATIKAH BINTI MOHD RIDWAN LEE

NO. MATRIK : BN09110011

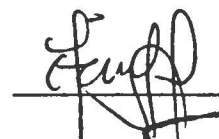
TAJUK : PENGHASILAN SNEK IKAN CAMPURAN RUMPAI LAUT
(*Eucheuma cottonii*) MENGGUNAKAN EKSTRUDER
SKRU BERKEMBAR

IJAZAH : SARJANA MUDA SAINS MAKANAN DENGAN KEPUJIAN
(TEKNOLOGI MAKANAN DAN BIOPROSES)

TARIKH VIVA : 05 JULAI 2013

DISAHKAN OLEH

1. **PENYELIA**
(DR. NOORAKMAR AB. WAHAB)
2. **PEMERIKSA 1**
(PROF. MADYA DR. MOHD. ISMAIL ABDULLAH)
3. **PEMERIKSA 2**
(PN. SITI FARIDAH MOHD AMIN)
4. **DEKAN**
(PROF. MADYA DR. SHARIFUDIN MD SHARANI)



PENGHARGAAN

Syukur Alhamdulillah atas izin dari-Nya, saya telah berjaya menyiapkan kajian ini. Pertama sekali, saya ingin mengucapkan jutaan terima kasih kepada Dr. Noorakmar Ab. Wahab selaku penyelia projek penyelidikan ini, atas segala bimbingan sepanjang menjalankan projek penyelidikan ini. Jutaan terima kasih juga buat pensyarah-pensyarah Sekolah Sains Makanan dan Pemakanan yang pernah menabur ilmu kepada saya dan rakan-rakan yang lain, sama ada secara langsung mahu pun tidak sepanjang kajian ini dijalankan. Saya juga ingin mengucapkan ribuan terima kasih kepada para pembantu makmal yang sudi menawarkan kemudahan, peralatan dan perkhidmatan kepada saya dalam proses menyiapkan tesis ini. Ucapan terima kasih juga saya tujukan buat En. Sahirun dan En. Osman yang telah banyak memberikan tunjuk ajar kepada saya dalam mengendalikan mesin ekstruder, jutaan terima kasih.

Ucapan terima kasih yang tidak terhingga saya ucapkan kepada kedua ibu bapa saya, En. Mohd Ridwan Lee Abdullah dan Pn. Junaidah Abd Ghafar, yang tidak pernah berhenti memberikan sokongan dari segi fizikal, mahu pun rohani. Terima kasih juga saya ucapkan kepada dua orang adik saya, Noratirah Lee dan Fakrul Firdaus Lee, atas segala inspirasi dan motivasi yang telah diberikan. Selain itu, ribuan terima kasih saya tujukan buat ahli keluarga yang lain atas segala bantuan dan nasihat sepanjang menjalankan projek penyelidikan ini. Istimewa buat sahabat-sahabat seperjuangan, terima kasih atas segala tunjuk ajar dan kerjasama yang telah kalian berikan kepada saya sepanjang proses menyiapkan tesis ini.

Semoga Tuhan akan membalas budi baik kalian semua dengan ganjaran yang lebih baik.

ABSTRAK

Ekstruder skru berkembar digunakan untuk menghasilkan snek ikan campuran rumpai laut. Terdapat tiga formulasi yang dihasilkan dan peratus rumpai laut yang digunakan adalah 0%, 10% dan 20% daripada tepung ubi kayu. Kesan penggantian separa tepung ubi kayu dengan 0%, 10% dan 20% serbuk rumpai laut ke atas ciri-ciri fizikokimia dan sensori snek ikan telah ditentukan. Ciri-ciri fizikokimia telah ditentukan dengan nisbah pengembangan, indeks pengembangan keratan, pengembangan isipadu, analisis profil tekstur, indeks keterlarutan air, indeks serapan air, ketumpatan pukal, *porosity*, warna dan analisis proksimat. Penganalisis Tekstur (TA.XT *Plus Analyzer*) digunakan untuk menentukan analisis profil tekstur snek ikan. Selain itu, analisis proksimat digunakan untuk menentukan komposisi kimia, manakala penerimaan snek ikan dinilai menggunakan Ujian Skala Hedonik. Keputusan menunjukkan snek ikan dengan 10% serbuk rumpai laut mempunyai nisbah pengembangan, indeks pengembangan keratan, pengembangan isipadu, *porosity* dan kekohesifan yang tinggi, dengan ketumpatan pukal, kekerasan dan kerapuhan yang rendah ($p < 0.05$) berbanding dengan penggantian 0% dan 20%. Di samping itu, terdapat juga perbezaan signifikan pada nilai L^* , a^* dan b^* ($p < 0.05$). Snek ikan dengan 10% serbuk rumpai laut menunjukkan warna yang sedikit kekuningan. Tambahan pula, penambahan 20% serbuk rumpai laut meningkatkan kandungan protein dan menurunkan kandungan karbohidrat ($p < 0.05$). Penilaian sensori menunjukkan snek ikan dengan 10% serbuk rumpai laut mempunyai skor tertinggi dalam atribut rupa, warna dan rasa ($p < 0.05$). Kesimpulannya, rumpai laut boleh digunakan dalam penghasilan snek ikan menggunakan ekstruder skru berkembar. Snek ikan dengan 10% serbuk rumpai laut mempunyai pengembangan yang lebih baik, tekstur yang rangup, sedikit warna kekuningan dan diterima baik oleh panel.

SENARAI KANDUNGAN

	Halaman
PENGAKUAN	i
PENGESAHAN	ii
PENGHARGAAN	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
SENARAI KANDUNGAN	vi
SENARAI JADUAL	x
SENARAI RAJAH	xi
SENARAI LAMPIRAN	xii
SINGKATAN	xiii
SIMBOL DAN UNIT	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Pengenalan	1
1.2 Kepentingan Kajian	3
1.3 Objektif Kajian	3
BAB 2 KAJIAN KEPUSTAKAAN	
2.1 Snek	4
2.2 Keropok	5
2.3 Teknologi Ekstrusi	7
2.3.1 Kebaikan Teknologi Ekstrusi	7
2.3.2 Jenis-jenis Ekstruder	8
a Ekstruder Skru Tunggal	9
b Ekstruder Skru Berkembar	10
2.3.3 Perubahan Bahan Mentah Semasa Proses Ekstrusi	11

SENARAI KANDUNGAN

	Halaman
PENGAKUAN	i
PENGESAHAN	ii
PENGHARGAAN	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
SENARAI KANDUNGAN	vi
SENARAI JADUAL	x
SENARAI RAJAH	xi
SENARAI LAMPIRAN	xii
SINGKATAN	xiii
SIMBOL DAN UNIT	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Pengenalan	1
1.2 Kepentingan Kajian	3
1.3 Objektif Kajian	3
BAB 2 KAJIAN KEPUSTAKAAN	
2.1 Snek	4
2.2 Keropok	5
2.3 Teknologi Ekstrusi	7
2.3.1 Kebaikan Teknologi Ekstrusi	7
2.3.2 Jenis-jenis Ekstruder	8
a Ekstruder Skru Tunggal	9
b Ekstruder Skru Berkembar	10
2.3.3 Perubahan Bahan Mentah Semasa Proses Ekstrusi	11

a	Perubahan pada bahan berkanji	12
b	Perubahan pada bahan kaya protein	13
2.4	Ikan Kitang (<i>Scatophagus argus</i>)	14
2.4.1	Komposisi Kimia	14
2.4.2	Makanan dan Tabiat Pemakanan	16
2.5	Rumpai Laut (<i>Euchuema cottonii</i>)	17
2.5.1	Komposisi Kimia	18
2.6	Penghasilan Keropok Ikan Secara Tradisional	20
2.7	Faktor-faktor Mempengaruhi Kualiti Keropok Ikan	21
2.7.1	Tepung Ubi Kayu (<i>Manihot exculanta Crantz</i>)	21
2.7.2	Kelembapan	21
2.7.3	Garam	22
2.7.4	Gula	23

BAB 3 BAHAN DAN KAEDAH

3.1	Bahan Mentah	24
3.2	Penyediaan Isi Ikan	24
3.3	Penyediaan Serbuk Rumpai Laut	24
3.4	Penghasilan Snek Ikan	25
3.5	Analisis Fizikal	28
3.5.1	Nisbah Pengembangan	28
3.5.2	Indeks Pengembangan Keratan	28
3.5.3	Pengembangan Isipadu	29
3.5.4	Analisis Profil Tekstur	29
3.5.5	Indeks Kertelarutan Air dan Indeks Serapan Air	30
3.5.6	Ketumpatan Pukal	30
3.5.7	<i>Porosity</i>	31
3.5.8	Warna	31

3.6	Analisis Proksimat	31
3.6.1	Kandungan lembapan	32
3.6.2	Abu	32
3.6.3	Protein	33
3.6.4	Lemak	34
3.6.5	Serat Kasar	35
3.6.7	Karbohidrat	36
3.7	Ujian Sensori	37
3.8	Analisis Statistik	37

BAB 4 HASIL DAN PERBINCANGAN

4.1	Ciri-ciri Fizikal Snek Ikan Campuran Rumpai Laut	38
4.1.1	Nisbah Pengembangan	38
4.1.2	Indeks Pengembangan Keratan	40
4.1.3	Pengembangan Isipadu	41
4.1.4	Ciri-ciri Tekstur Snek Ikan Campuran Rumpai Laut	42
4.1.5	Indeks Kertelarutan Air dan Indeks Serapan Air	45
4.1.6	Ketumpatan Pukal	48
4.1.7	<i>Porosity</i>	49
4.1.8	Warna	50
4.3	Komposisi Kimia Snek Ikan Campuran Rumpai Laut	52
4.3.1	Kandungan lembapan	52
4.3.2	Protein	54
4.3.3	Lemak	54
4.3.4	Serat Kasar	55
4.3.5	Abu	55
4.3.7	Karbohidrat	56
4.4	Ciri-ciri Sensori Snek Ikan Campuran Rumpai Laut	56

4.1	Rupa	56
4.2	Warna	58
4.3	Aroma	59
4.4	Tekstur	60
4.5	Rasa	60
4.6	Penerimaan Keseluruhan	61

BAB 5 KESIMPULAN DAN CADANGAN

5.1	Kesimpulan	63
5.2	Cadangan	64

RUJUKAN

LAMPIRAN

SENARAI JADUAL

No. Jadual		Halaman
2.1	Kadar pertumbuhan <i>Eucheuma cottonii</i>	18
2.2	Komposisi kimia rumpai Laut <i>Euchuema cottonii</i>	19
3.1	Formulasi snek ikan campuran rumpai laut	27
4.2	Ciri-ciri pengembangan snek ikan campuran rumpai laut	39
4.3	Ciri-ciri tekstur snek ikan campuran rumpai laut	42
4.4	Ciri-ciri Indeks Keterlarutan Air, Indeks Serapan Air, Ketumpatan Pukal dan <i>Porosity</i> snek ikan campuran rumpai laut	45
4.6	Ciri-ciri warna snek ikan campuran rumpai laut	50
4.7	Komposisi kimia snek ikan campuran rumpai laut	53
4.8	Ciri-ciri sensori snek ikan campuran rumpai laut	57

SENARAI RAJAH

No. Rajah	Halaman
3.1 Carta alir proses penyediaan snek ikan campuran rumpai laut	26

SENARAI LAMPIRAN

Lampiran

- A Jadual perbezaan ekstruder skru tunggal dan skru berkembar
- B Arahan untuk ujian sensori
- C Borang ujian sensori
- D Jadual ujian ANOVA sehala bagi analisis fizikal
- E Jadual ujian ANOVA sehala bagi analisis proksimat
- F Jadual ujian ANOVA sehala bagi ujian sensori

SINGKATAN

ANOVA	-	<i>Analysis of Variance</i>
AOAC	-	<i>Association of Official Analytical Chemist</i>
BD	-	<i>Bulk Density</i>
DHA	-	<i>Docosahexanoic acid</i>
EPA	-	<i>Eicosanpentaenoic acid</i>
ER	-	<i>Expansion Ratio</i>
FAO	-	<i>Fisheries and Aquaculture Department</i>
SEI	-	<i>Sectional Expansion Index</i>
SPSS	-	<i>Statistical Package for Social Science</i>
VE	-	<i>Volume Expansion</i>
WAI	-	<i>Water Absorption Index</i>
WSI	-	<i>Water Solubility Index</i>

SIMBOL DAN UNIT

%	-	Peratus
<	-	Lebih kecil daripada
>	-	Lebih besar daripada
$\pm$	-	Tambah tolak
π	-	Pai (nilai = 3.142)
$^{\circ}\text{C}$	-	<i>Degree celcius</i>
ω	-	Omega
$\square$	-	<i>Ka</i>
cm	-	centimetre
d	-	diameter
g	-	Gram
g/cm^3	-	gram per isipadu
h	-	<i>height</i>
L	-	<i>Length</i>
mm	-	milimeter
mms^{-1}	-	<i>milimeter per second</i>
ml	-	mililiter

BAB 1

PENGENALAN

1.1 Pendahuluan

Menurut Peraturan Makanan 1985, keropok ikan hendaklah disediakan daripada ikan dan kanji dan kandungan protein tidak kurang dari 15%. Keropok merupakan produk makanan kering yang rangup dan terkenal di Asia Tenggara, dengan pengeluaran yang dihasilkan dalam skala yang kecil (Taewee, 2011). Di Malaysia, pengusaha-pengusaha kecil banyak diberi insentif untuk membangunkan industri penghasilan keropok ikan oleh pihak kerajaan. Namun begitu, amalan penghasilan keropok ikan di Malaysia masih berada pada tahap kecil-kecilan dan (Nurul *et al.*, 2009) pengetahuan teknikal untuk penghasilan keropok ikan yang mempunyai kualiti tinggi dari segi ciri-ciri fizikal dan nutrisi masih kurang di kalangan pengusaha-pengusaha keropok ikan di Malaysia. Penghasilan keropok ikan secara tradisional menggunakan kos operasi dan kos penggunaan bahan yang tinggi, namun produk yang terhasil hanya pada skala yang kecil. Hal ini menyebabkan kurangnya kepelbagaian dalam penghasilan keropok ikan di Malaysia. Berdasarkan Yu *et al.* (1981), teknik ekstrusi berpotensi menjadi kaedah alternatif yang menjanjikan penghasilan keropok ikan yang lebih variasi.

Snek yang melalui proses ekstrusi dimasak secara termomekanikal pada suhu, tekanan dan daya ricihan yang tinggi. Ekstrusi digunakan untuk menghasilkan varieti makanan yang lebih luas dan ini termasuklah bijirin sedia untuk dimakan, pengganti daging bertekstur, pasta dan snek (Moscicki, 2011). Terdapat dua jenis teknologi ekstrusi snek; ekstruder skru tunggal dan ekstruder skru berkembar (Maskan dan Altan, 2012). Teknologi ekstruder skru berkembar mempunyai banyak kelebihan berbanding ekstruder skru tunggal (Pansawat, 2007).



Pada masa kini, dipercayai bahawa teknologi ekstruder skru berkembang membangun dengan cepat dan penggunaannya juga semakin mendapat sambutan (Moscicki, 2011).

Keropok ikan yang dikomersialkan di Malaysia banyak menggunakan ikan air masin seperti ikan Selar Kuning, Parang dan Tamban berbanding ikan lain (Nurul *et al.*, 2009). Penggunaan ikan yang berkualiti tinggi sudah tentu meningkatkan kos penggunaan bahan dalam penghasilan keropok ikan, selain mengekang kepelbagaian dalam keropok ikan yang dihasilkan. Di Sabah, ikan Kitang boleh didapati dalam kuantiti yang sangat banyak, akan tetapi ia masih tidak dikenali oleh masyarakat setempat. Ikan Kitang (*Scatophagus argus*) merupakan spesis ikan daripada keluarga *Scatophagidae* yang mana (Barry dan Fast, 1988) ikan Kitang ini banyak terdapat di perairan Indo Pasifik, Kepulauan Melayu, Filipina, Australia, Asia Selatan dan Asia Tenggara. Biasanya ikan Kitang lebih dikenali di kawasan pesisir pantai dan sebahagian besar golongan nelayan bertaraf rendah mengambil ikan Kitang sebagai makanan disebabkan oleh harga yang murah namun mempunyai isi yang cukup berkualiti dan sedap (Gandhi, 2002). Ikan Kitang juga lebih dikenali sebagai ikan peliharaan di dalam akuarium disebabkan oleh penampilan fizikal yang menarik; berbentuk daun sped dan berbintik-bintik di badan (Liu *et al.*, 2010).

Rumpai laut atau juga dikenali sebagai sayur laut mempunyai nilai ketersediaan yang amat tinggi di negeri Sabah. Berdasarkan Tan *et al.* (2012), permintaan yang semakin tinggi terhadap rumpai laut untuk penghasilan karagenan membawa kepada peningkatan penternakan rumpai laut dan spesis *Eucheuma cottonii* merupakan antara spesis rumpai laut yang banyak terdapat di Sabah. Terdapat kajian (Zuccarello *et al.*, 2006) yang menyatakan bahawa spesis rumpai laut *E. Cottonii* juga dikenali sebagai nama *Kappaphycus alvarezii*. Kerajaan negeri Sabah telah menyediakan 7 500 hektar kawasan baru untuk penanaman rumpai laut di bawah Zon Industri Perikanan (ZIP) (NKEA, 2010). Penggunaan rumpai laut spesis ini dalam industri pemprosesan makanan masih di peringkat awal, dan ini besar kemungkinan disebabkan oleh kekurangan pendedahan mengenai khasiat

rumpai laut ini kepada masyarakat setempat. Penggunaan rumpai laut *E.cottonii* di dalam kajian ini adalah bertujuan untuk menambah nilai nutrisi keropok ikan yang dihasilkan (Mohd. Ismail, 2009). Hal ini kerana, keropok ikan yang biasanya dihasilkan berasaskan kanji mempunyai kandungan karbohidrat dan lemak yang sangat tinggi; jika dibandingkan dengan kandungan nutrisi yang lain (Ranhotra dan Vetter, 1991). Berdasarkan kajian lepas oleh Mohd. Ismail (2009), keropok ikan Keli yang dicampur dengan rumpai laut *E.cottonii* mengandungi jumlah protein sebanyak 17.42%, yang mana ianya merupakan satu peratusan yang tinggi untuk makanan snek ringan. Selain daripada membantu meningkatkan protein, kandungan omega-3 dan serat yang tinggi di dalam rumpai iaitu sebanyak 45.72% dan 5.91%, secara relatifnya, juga dapat meningkatkan nilai pemakanan keropok ikan (Matanjun *et al.*, 2008).

1.2 Kepentingan Kajian

Daripada perspektif ini, terdapat potensi untuk membangunkan produk snek ikan baru menggunakan ikan Kitang dan rumpai laut *E.cottonii* sebagai bahan utama. Penggunaan ikan Kitang sebagai bahan utama berpotensi untuk membangunkan lagi penghasilan produk berasaskan ikan ini dan sekaligus mempertingkatkan lagi nilai komersial ikan Kitang. Manakala, penambahan rumpai laut *E.cottonii* yang tinggi kandungan omega-3 dan serat dilihat sebagai berpotensi untuk menambah nilai nutrisi snek ikan yang dihasilkan.

1.3 Objektif Kajian

- i. Untuk menghasilkan snek ikan daripada ikan Kitang (*Scatophagus argus*) dan rumpai laut (*Eucheuma cottonii*) menggunakan ekstruder skru berkembar.
- ii. Untuk menentukan ciri-ciri fizikokimia snek ikan yang dihasilkan.
- iii. Untuk menentukan tahap penerimaan sensori terhadap snek ikan yang dihasilkan.

BAB 2

KAJIAN KEPUSTAKAAN

2.1 Snek

Secara amnya, snek boleh ditafsirkan sebagai makanan ringan yang tidak dijadikan makanan utama atau ia hanya diambil dalam kuantiti yang kecil setiap hari sebagai pengalasan perut buat sementara waktu (Lee *et al.*, 1997). Selain itu, snek juga merupakan makanan ringan yang dimakan pada masa diantara tiga waktu makan yang utama. Menurut Graaf (2006), snek merujuk kepada semua jenis makanan dan minuman yang diambil pada bila-bila masa selain pada waktu sarapan pagi, makan tengah hari dan makan malam. Kajian Sajilata dan Singhal (2005) ada menyatakan bahawa definisi snek telah diubahsuai sedikit untuk memasukkan makanan seperti sandwic, yogurt dan ais krim ke dalam kategori snek.

Pada masa kini, industri makanan snek semakin popular jika dibandingkan dengan pada masa dahulu. Menurut (Graaf, 2000; Graaf 2006), jumlah snek sedia dimakan pada masa kini semakin bertambah dan dijangka akan meningkat pada masa yang akan datang. Secara lazimnya, snek mempunyai nilai kalori yang tinggi dan pengambilan makanan ringan ini memberi sumbangan yang ketara terhadap jumlah tenaga dan zat seharian (Jarosz *et al.*, 2006). Ini disebabkan oleh penggunaan bahan utama seperti bijirin yang sememangnya tinggi kandungan karbohidrat, teruamanya bijirin kaya kanji seperti ubi kayu dan jagung. Namun begitu, nilai nutrisi makanan snek adalah rendah dan dianggap sebagai tidak memberi sumbangan kepada kesihatan manusia. Snek biasanya mempunyai kandungan karbohidrat dan lemak yang tinggi, dan sangat rendah kandungan protein dan nutrein yang lain (Ranhotra dan Vetter, 1991).



Bijirin biasanya dijadikan sebagai bahan utama untuk menghasilkan snek. Menurut Zanariah (1996), antara bijirin yang popular penggunaannya dalam penghasilan snek adalah jagung, gandum dan beras. Biasanya penghasilan snek ditambah dengan pelbagai bahan perisa dan bahan awet (Zanariah, 1996). Pada masa kini, kesedaran orang ramai terhadap kepentingan snek berprotein tinggi, murah dan dapat diterima ramai semakin meningkat (Senthil *et al.*, 2002). Banyak kajian telah dilakukan dalam mempertingkatkan nilai nutrisi makanan snek.

Antara kajian mengenai makanan snek yang bernutrisi adalah kajian Shaviklo *et al.* (2011) mengenai penerimaan pengguna terhadap kualiti sensori dan ciri-ciri snek kembang jagung-ikan yang berprotein tinggi, yang mana mendapati bahawa snek yang dihasilkan dengan kaedah ekstrusi mengandungi kandungan protein yang lebih tinggi berbanding snek jagung yang biasa. Selain itu, Veronica *et al.* (2006) pula telah menjalankan kajian mengenai kualiti snek kembang terekstrusi yang dibuat daripada campuran jagung dan kacang soya. Daripada keputusan proksimat kajian tersebut, kandungan karbohidrat ternyata lebih rendah dan begitu juga dengan kandungan lemak (Veronica *et al.*, 2006).

Snek boleh dikategorikan kepada tiga (3) kumpulan utama iaitu generasi pertama, contohnya seperti cip kentang tradisional dan kraker bakar, generasi kedua atau disebut sebagai snek kembang terus dan generasi ketiga atau snek separa masak (Harper, 1989). Snek generasi kedua dan ketiga biasanya dihasilkan dengan teknik ekstrusi. Biasanya, snek generasi kedua rendah ketumpatan pukal, tinggi serat, rendah kalori, tinggi protein dan dianggap sebagai produk bernutrisi (Huber dan Rokey, 1990). Snek yang dihasilkan dalam kajian ini adalah jenis snek generasi kedua.

2.2 Keropok

Berdasarkan 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 keadaanya 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 ikan merupakan salah satu produk snek tradisional yang terkenal di Asia Tenggara (Kyaw *et al.*, 2001). Keropok secara amnya dikenali dengan nama-nama yang berbeza di setiap negara; di Thailand keropok panggil sebagai "kaogrieb", di Indonesia pula ia dipanggil "krupuk", "kerupuk" atau "kroepoek" dan di Vietnam, keropok dikenali sebagai "báhn phông tôm" (Kyaw *et al.*, 2001). Menurut Che Rohani *et al.* (2007), keropok merupakan snek ikan tradisional yang diusahakan sejak turun-temurun di Pantai Timur Semenanjung. Kajian Wan Rahimah (1984) melaporkan bahawa keropok yang menggunakan ikan dan udang adalah lebih digemari oleh pengguna. Pada ketika ini, penghasilan keropok masih lagi diamalkan secara kecil-kecilan atau dalam erti kata lain masih berskala kecil, dan ini menyebabkan kualiti keropok yang dihasilkan tidak konsisten (Taewee, 2011). Peralihan pengusaha keropok berskala kecil kepada yang lebih besar pada masa kini memerlukan pemahaman saintifik mengenai bahan mentah yang digunakan dan pemilihan pemprosesan yang efektif (Taewee, 2011).

Bahan-bahan yang selalu digunakan dalam penghasilan keropok adalah kanji ataupun tepung, bahan perisa (lada sulah, bawang putih, garam, gula dan *monosodium glutamate*) dan bahan protin untuk memberi perbezaan nama keropok yang dihasilkan (contohnya keropok ikan ataupun keropok udang) (Taewee, 2011). Sumber protin dalam penghasilan keropok biasanya diambil daripada ikan. Ikan bukan hanya menjadi perisa utama produk keropok, malahan ikan juga merupakan sumber protin, omega-3, mineral utama dan vitamin yang sangat bagus (Undeland *et al.*, 2009). Terdapat juga kajian mengenai penggunaan

protin tumbuhan seperti soya sebagai sumber protin dalam penghasilan keropok (Liu *et al.*, 2000; Veronica *et al.*, 2006). Udang juga digunakan sebagai sumber protin utama penghasilan keropok (Taewee, 2011) dan menurut kajian Saritha dan Patterson (2012) kualiti nutrisi keropok udang lebih tinggi berbanding isi udang.

2.3 Teknologi Ekstrusi

Teknologi ekstrusi terkenal di dalam industri plastik, dan kini mula digunakan secara meluas di dalam industri pemprosesan agri-makanan, yang mana dikenali sebagai teknologi masakan ekstrusi (Moscicki, 2011). Teknik mengekstrusi makanan telah diamalkan selama lebih kurang 40 tahun dan merupakan salah satu teknologi baru dalam dunia pemprosesan makanan, dan aplikasi pertama penggunaan ekstruder adalah dalam penghasilan pasta; untuk membentuk dan menguli (Harper, 1981). Kaedah seperti proses termal yang menggunakan suhu tinggi, masa pemprosesan yang singkat seperti ekstrusi, pemanasan secara gelombang mikro dan pengeringan semburan (*spray dryer*) digunakan secara meluas di dalam industri (Pansawat, 2007).

Secara amnya, ekstrusi boleh didefinisikan sebagai pemprosesan secara mekanikal, di mana bahan mentah dimasukkan ke dalam penyuiap dan dipaksa oleh skru berputar untuk melalui *barrel* tetap yang sudah dipanaskan, dengan bantuan daya ricih. Berdasarkan Ding *et al.* (2006), memasak secara ekstrusi merupakan salah satu kaedah pemprosesan makanan yang serba guna, berkos rendah dan berteknologi tinggi.

2.3.1 Kebaikan Teknologi Ekstrusi

Semasa proses ekstrusi, bahan mentah akan terdedah pada suhu yang tinggi, tekanan dan daya ricih (Pansawat *et al.*, 2008). Ekstruder tergolong di dalam peralatan suhu tinggi masa singkat (*high temperature short time*), yang mana mampu menjalankan proses memasak di bawah tekanan yang tinggi (Moscicki, 2011). Disebabkan oleh ciri ini, teknologi ekstrusi sangat bermanfaat untuk sampel yang sensitif terhadap teknik penyediaan. Masakan ekstrusi mempunyai kesan yang

bermanfaat terhadap nutrien protein, di mana ia membantu dalam penempatan faktor antinutrisi yang terdapat di dalam protein (Jain, 2007). Selain itu, ekstrusi juga dikenali sebagai proses berterusan yang melibatkan kerosakan nutrien yang minimum. Berbanding dengan cara masakan tekanan tradisional, proses ekstrusi adalah lebih cekap tenaga dan tidak meninggalkan sisa buangan (Harper, 1989). Kapasiti penghasilan produk adalah tinggi dan dalam masa yang sama kos per kilogram juga rendah.

Menurut Altan *et al.* (2008), berdasarkan kajian awal ada menyatakan bahawa memasak secara ekstrusi dapat menghasilkan produk yang kaya serabut. Pengekalan struktur asid *eicosapentaenoic* (EPA) adalah yang paling terbaik pada keadaan ekstruder yang lebih ekstrem (Pansawat *et al.*, 2008). Selain itu, ekstrusi grit jagung dengan ikan cincang dan protein ikan yang disejukbeku-keringkan boleh menghasilkan snek jagung-ikan yang lebih sihat berbanding snek jagung yang biasa (Shaviklo *et al.*, 2011). Kajian yang sama juga menyatakan bahawa snek yang diproses menggunakan kaedah ekstrusi stabil dari segi kimia dan mikrobiologi selepas 5 hingga 6 bulan disimpan pada suhu ambien. Dalam kajian yang lain juga ada dinyatakan bahawa teknologi ekstrusi dikatakan dapat mengurangkan rasa ikan yang kuat (Rhee *et al.*, 2004).

2.3.2 Jenis-jenis Ekstruder

Menurut Riaz (2000), ekstruder pertama yang dikendalikan secara manual adalah daripada reka bentuk piston dan digunakan pada tahun 1797 untuk menghasilkan paip plumbum. Pada tahun 1930-an, teknologi ekstruder skru tunggal penekan pasta berterusan dibangunkan (Moscicki, 2011). Kemudian, ekstruder skru berkembar dibangunkan dan lebih digemari penggunaannya disebabkan oleh kepelbagaian dalam pemrosesannya (Sevatson dan Huber, 2000)

Berdasarkan Pansawat (2007), kategori yang terdapat dalam pengelasan ekstruder adalah (1) ekstruder ram hidraulik - yang mana doh dipaksa keluar melalui acuan (*die*) dengan menggunakan piston (Frame, 1994), (2) ekstruder pemutar yang terdiri daripada skru tunggal ataupun skru berkembar yang mana

RUJUKAN

- Abd Karim, A. 2006. *Perkembangan hasil makanan melalui teknologi ekstrusi*. Laporan Penuh Dapatan Daripada Projek Penyelidikan Jangka Pendek USM.
- Akta. 2012. *Akta Makanan 1983 (Akta 281) & Peraturan-peraturan 1985 (Akta 281)*. Kuala Lumpur: MDC Publishers Sdn. Bhd., Kuala Lumpur
- Altan, A., McCarthy, K. L. dan Maskan, M. 2008. Evaluation of snack foods from barley-tomato pomace blends by extrusion processing. *Journal of Food Engineering*. **84**:231-242.
- Alvarez-Martinez, L., Kondury, K. P. dan Harper, J. M. 1988. A general model for expansion of extruded products. *Journal of Food Science*. **53**(2):609-615.
- Aminah Abdullah. 2000. *Prinsip Penilaian Sensori*. Bangi: Penerbitan UKM.
- Anderson, N.E. dan Clydesdale, F.M. 1986. Effects of processing on the dietary fibre content of wheat bran, pureed green beans and carrots . *Journal of Food Science*. **45**:1533-1537.
- Anderson, R. A., Conway, H. F., Pfeifer, V. F. dan Griffin, E. L. 1969. Gelatinization of corn grits by roll and extrusion cooking. *Cereal Science Today*. **14**:4-12.
- Anton, A.A dan Luciano, F.B. 2007. Instrumental texture evaluation of extruded snack foods. *Ciencia Y Tecnología Alimentaria*. **5**(4):245-251.
- AOAC. 2000. *Official methods of analysis* (edisi ketujuh belas). Association of Official Analytical Chemist. Washington, D.C.
- Balasubramanian, S., Borah, A., Singh, K. K. dan Patil, R. T. 2011. Rheological and nutritional quality of selected dehulled legumes blended rice extrudate. *Journal of Food Science and Technology*.
- Barry, T.P. dan Fast, A.W. 1988. Natural history of the spotted scat (*Scatophagus argus*). Dalam Fast, A.W. (ed.) Spawning induction and pond culture of the spotted scat (*Scatophagus argus*) in Philippines. Tech. Rep. USA: Hawaii Institute of Marine biology.



- Barry, T.P. and Fast, A.W. 1992. Biology of the spotted scat (*Scatophagus argus*) in the Philippines. *Asian. Fishery Science.*, **5**:163-179.
- Bhattacharya, S., Chakraborty, P., Chatteraj, D.K. dan Mukherjee, S. 1997. Physico chemical characteristics of extruded snacks prepared from rice (*Oryza sativa* L) and chickpea (*Cicer arietinum* L) by using single screw extrusion. *Journal of Food Science and Technology*. **34**(4):320-323.
- Boonyasirikool, P. dan Charunuch, C. 2000. Development of corngrit-broken rice based snack food by extrusion cooking. *Kasetsart Journal of Natural Science*. **34**(2):279-288.
- Brennan, J.G. dan Grandison, A.S. 2012. *Food Processing Handbook*. (2nd Edition). Weinheim, Germany: WILEY-VCH Verlag & Co.
- Bourne, M.C. 2002. *Food Texture and Viscosity: Concept and Measurement*. Ed. Ke-2. New York: Cornell University.
- Carvalho, C.W.P. dan Mitchell, J.R. 2000. Effect of sugar on the extrusion of maize grits and wheat flour. *International Journal of Food Science and Technology*. **35**:569-576.
- Cavas, L., Baskin, Y., Yurdakoc, K. dan Olgun, N. 2006. Antiproliferative and newly attributed apoptotic activities from a marine alga: *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea*. *Journal of Experimental Marine Biology Ecology*. **339**:111 – 119.
- Chedoloh, R., Karrila, T.T. dan Pakdeechanuan, P. 2011. Fatty acid composition of important aquatic animals in Southern Thailand. *International Food Research Journal*. **18**:783-790.
- Cheng, H. dan Friis, A. 2010. Modelling extrudate expansion in a twin-screw food extrusion cooking process through dimensional analysis methodology. *Food and Bioproducts Processing*. **88**:188-194.
- Cheow, C.S. dan Yu, Y.S. 1997. Effect of fish protein content, salt, sugar and monosodium glutamate on the gelatinization of starch in fish-starch mixtures. *Journal of Food Processing and Preservation*. **21**:161-177.



- Cheow, C.S., Yu, Y.S. dan Howell, N.K. 1999. Effect of salt, sugar and monosodium glutamate on the viscoelastic properties of fish cracker ("Keropok") gel. *Journal of Food Processing and Preservation*. **23**:21–37.
- Che Rohani, A., Rokiah, M., Mohd Arif, W., Abu Bakar, H. dan Wan Rahimah. W.I. 2007. *Manual pemprosesan produk ikan*. Kuala Lumpur: Institut Penyelidikan dan Kemajuan Malaysia (MARDI).
- Chinnaswamy, R. dan Hanna, M.A. 1998. Expansion, colour, shear strength properties of corn starches extrusion-cooked with urea and salts. *Starch/Staerke*. **40**(5):186 – 190.
- Choudhury, G. S., Gogoi, B. K. dan Oswalt, A. J. 1998. Twin-screw extrusion pink salmon muscle and rice flour blends: Effects of kneading elements. *Journal of Aquatic Food Products Technology*. **7**(2):69-91.
- Choudhury, G. S. dan Gautam, A. 2003. Effects of hydrolysed fish muscle on intermediate process variables during twin-screw extrusion of rice flour. *Lebensmittel- Wissenschaft-und-Technologie*. **36**:667-678.
- Colonna, P. dan Mercier, C. 1983. Macromolecular modifications of manioc starch components by extrusion cooking with and without lipids. *Carbohydrate Polymer*. **3**:87-108.
- Cornell, J. 2002. *Experiments with Mixtures: Designs, Models, and the Analysis of Mixture Data*. (3rd Edition). New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Desphande, H. W. dan Poshadri, A. 2011. Physical and sensory characteristics of extruded snacks prepared from Foxtail millet based composite flours. *International Food Research Journal*. **18**:751-756.
- Ding, Q. B., Ainswort, P., Plunkett, A., Tucker, G. dan Marson, H. 2006. The effect of extrusion conditions on the functional and physical properties of wheat-based expanded snacks. *Journal of Food Engineering*. **73**:142-148.
- Doty, M. S. dan Alvarez, V. B. 1975. Status, problems, advances and economics of *Eucheuma* farms. *Marine Technology Society*. **39**:30–35.
- Doty, M. S. 1987. The production and use of *Eucheuma*. Dalam Doty, M. S., Caddy, J. F. dan Santelices, B. (eds.). *Case Studies of Seven Commercial Seaweed*



Resources. Rome: Fisheries and Agriculture Organization of the United Nations.

Doty, M. S. 1988. Prodomus Ad systemic eucheumatoderum: A tribe of commercial seaweeds related to *Eucheuma* (Solieriaceae, Gigartinales). *Dalam* Abbot, I. A. (ed.). *Taxonomy of Economic Seaweeds*. La Jolla, California: California Sea Grant Program, hlmn 159-207.

El-Samahy, S. K., Abd El-Hady, E. A., Habiba, R. A. dan Moussa-Ayoub, T. E. 2007. Some functional, chemical and sensory characteristics of cactus pear Rice-based extrudates. *Journal of Professional Cactus Development*. 136-147.

Frame, N. D. 1994. *The Technology of Extrusion Cooking*. London: Blackie Academic & Professional.

Franzen-Castle, L.D. dan Ritter-Gooder, P. 2010. Omega-3 and Omega-6 Fatty Acids, <http://extension.unl.edu/publications>. Retrieved 11 November 2012.

Gandhi, V. 2002. Studies on the food and feeding habits of cultivable butterflyfish *Scatophagus argus* (Cuv. And Val.). *Journal of Marine Biology Ass. India*. **44**(1&2):115 – 121.

Gaosong, J. dan Vasanthan, T. 2000. The effect of extrusion cooking on the primary structure and water solubility of β -glucans from regular and waxy barley. *Cereal Chemistry*. **77**:396 – 400.

Graaf, C.D. 2000. Nutritional definitions of the meal: The science, culture, business and art of eating. Maryland: Aspen Publishers Inc.

Graaf, C.D. 2006. Effects of snacks on energy intake: An evolutionary perspective. *Research review*. **47**:18-23.

Gujaska, E. dan Khan, K. 1990. Effect of temperature on properties of extrudates from high starch fractions of navy, pinto and garbanzo beans. *Journal of Food Science*. **55**:466-469.

Guy, R. 2001. *Extrusion cooking: Technologies and applications*. England: Woodhead Publishing Limited.



- Harper, J. M. 1989. Food extruders and their applications. *Dalam* Mercier C, Linko P dan Harper J.M (eds.). *Extrusion cooking*. St. Paul, MN: American Association of Cereal Chemists Inc, hlm 1-15.
- Hashimoto, J. M. dan Grossmann, M. V. E. 2003. Effects of extrusion conditions on quality of cassava bran/cassava starch extrudates. *International Journal of Food Science and Technology*. **38**:511-517.
- Huber, G. R. dan Rokey, G.J. 1990. Extruded snack In: Snack food Booth R.G. New York: Van Nostrand Reinhold/AVI.
- Huang, M., Kennedy, J. F., Li, B., Xu, X. dan Xie, B. J. 2007. Characters of rice starch gel modified by gellan, carrageenan and glucomannan: A texture profile analysis study. *Carbohydrate Polymers*. **69**:411-418.
- Ilo, S., Liu, Y. dan Berghofer, E. 1999. Extrusion cooking of rice flour and amaranth blends. *LWT*. **32**(2):79-88.
- Jain, N. P. 2007. Formulation and extrusion of snack products for school children. Master Thesis. University of Georgia.
- Jarosz, J. A., Sekhon, B. dan Coscina, D. V. 2006. Effect of oploid antagonism on conditioned place preferences to snack foods. *Pharmacology, Biochemistry and Behavior*. **83**:257-264.
- Kadan, R. S., Bryant, R. J. dan Pepperman, A. B. 2003. Functional properties of extruded rice flours. *Journal of Food Science*. **68**(5):1669-1672.
- Kokini, J. L., Chang, C. N. dan Lai, L. S. 1992. The role of rheological properties on extrudate expansion. *Dalam* Kokini, J.C, Ho, C.T., Karwe, M.V. (eds.) *Food extrusion science and technology*. New York: Marcel Dekker.
- Kottelat, M. 2001. Family Scatophagidae. *Dalam* Carpenter and Niem (eds.). *Species identification guide for fishery purposes*. Rome: FAO.
- Kraft, G.T. 1981. Rhodophyta: Morphology and Classification. *Dalam* Lobban, C.S. dan Wynne, M. (eds.). *The biology of seaweeds*. Britain: Blackwell Scientific Publication.



- Kyaw, Z. Y., Yu, S. Y., Chew, C. S. dan Dzulkifly, M. H. 2001. Effect of Fish to Starch Ratio on Viscoelastic Properties and Microstructure of Fish Cracker Dough. *International Journal of Food Science and Technology*. **36**:741-747.
- Launay, B. dan Lisch, L. M. 1983. Twin-screw extrusion cooking of starches: Flow behaviour of starch pastes, expansion and mechanical properties of extrudates. *Journal of Food Engineering*. **2**:259-280.
- Lee, S. Y., Khatijah, I. dan Chia, J. S. 1997. *An Overview of Industrially Produced Extruded Snack in Malaysia*. Kuala Lumpur: MARDI.
- Lee, S. T. 2010. Pembangunan keropok campuran rumpai laut hijau *Caulerpa lentillifera*. Tesis sarjana muda. Universiti Malaysia Sabah.
- Leonel, M., de Freitas, T. S. dan Mischan, M. M. 2009. Physical characteristics of extruded cassava starch. *Science Agriculture*. **66**(4):486-493.
- Liu, H., Zhang, J. dan Cai, Z. 2010. Novel polymorphic microsatellite loci for the spotted scat *Scatophagus argus*. *Conservation Genetic Resource*. **2**:149-151.
- Liu, Y., Hsieh, F., Heymann, H. dan Huff, H. E. 2000. Effect of process conditions on the physical and sensory properties of extruded oat-corn puff. *Journal of Food Science*. **65**(7):1253-1259.
- Lorenz, K. J. dan Johnson, J. A. 1972. Starch hydrolysis under high temperatures and pressures. *Cereal Chemistry*. **49**:616-
- Mabeau, S. dan Fleurence, J. 1993. Seaweed in food products: biochemical and nutritional aspects. *Trends in Food Science & Technology*. **4**:103-107.
- Maskan, M. dan Altan, A. 2012. *Advances in food extrusion technology*. Florida: CRC Press, Taylor & Francis Group
- Matanjun, P., Mohamed, S., Mustapha, N. M. dan Muhammad, K. 2009. Nutrient content of tropical edible seaweeds, *Eucheuma cottonii*, *Caulerpa lentillifera* and *Sargassum polycystum*. *Journal of Applied Phycology*. **21**:75-80.
- McHugh, T. H. dan Huxsoll, C. C. 1999. Extrusion processing of restructured peach and peach/starch gels. *LWT*. **32**:513-520.



- Meilgaard, M., Civille, G. V. dan Carr, B. T. 1999. *Sensory Evaluation Techniques* (3rd ed). Florida: CRC Press.
- Mittal, P. dan Lawrie, R. A. 1986. Extrusion studies of mixtures containing certain meat offals: Part 2 – textural properties*. *Journal of Meat Science*. **16**:143-160.
- Mohamed. S., Abdullah, N. dan Muthu, M. K. 1989. Physical properties of keropok (fried crisps) in relation to the amylopectin content of starch flour. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. **49**:369-377.
- Mohd Ismail, A. K. 2009. Penghasilan keropok ikan air tawar dari sepsis ikan Keli (*Clarias ganepinus*) dengan rumpai laut (*Eucheuma cottonii*). Tesis Sarjana Muda. Universiti Malaysia Sabah.
- Monkolprasit, S. 1994. Fish composition and food habits on mangrove forests at Phang-NGA Bay and Don Bay, Thailand. *Kasetsart University Fisheries Resource Bulletin*. **20**:1 – 21.
- Morris, C. F., Greenblatt, G. A., Bettge, A. D. dan Malkawi, H. I. 1994. Isolation and characterization of multiple forms of friabilin. *Journal of Cereal Science*. **20**:167-174.
- Morrison, W. R. dan Karkalas, J. 1990. Starch. Dalam Dey, P. M. and Herborne, J. B. (eds.) *Methods in Plant Biotechnology*, hlmn. 323-352. London: Academic Press.
- Mościcki, L. 2011. *Extrusion-Cooking Techniques*. Germany: WILEY-VCH Verlag & Co.
- Murano, P. S. 2003. *Understanding Food Science and Technology*. U.S: Thomson Learning, Inc.
- Murray, S. M., Flickinger, E. A., Patil, A. R., Merchen, N. R., Brent, J. L. Dan Fahey, G. C. 2001. In Vitro fermentation characteristics of native and processed cereal grains and potato starch using ileal chime from dogs. *Journal of Animal Science*. **79**:435-444.
- Naivikul, O., Boonyasirikool, P., Hengsawadi, D., Jangchud, K., Suwansichon, T. dan Soksomboon, A. 2002. Functional Snack Food. *Natural Science Journal*. **36**:44-54.



- Namvar, F., Mohamed, S., Fard, S. G., Behravan, J., Noordin, M. M., Alitheen, N. B. M. dan Fauziah, O. 2012. Polyphenol-rich seaweed (*Eucheuma cottonii*) extract suppresses breast tumour via hormone modulation and apoptosis induction. *Food Chemistry*. **130**:376-382.
- Nelson, H. M. 2003. *Protein Rich Extruded Snack Foods Using Hydrolyzed Proteins*. Master Thesis. University of Wisconsin-Stout.
- Nielsen, S. S. 2003. *Food Analysis*. (3rd Edition). West Lafayette, Indiana: Purdue University.
- Nikolaou, M. 2006. *Potato chips and microchips are more similar than commonly believed*. IEEE Control System Magazine.
- NKEA. 2010. *10 NKEAs, 71 EPPs for Sabah under Economic Transformation Programme*. 7 Oktober.
- Noorakmar, A. W., Cheow, C. S., Norizzah, A. R., Mohd Zahid, A. dan Ruzaina, I. 2012. Effect of orange sweet potato (*Ipomoea batatas*) flour on the physical properties of fried extruded fish crackers. *International Food Research Journal*. **19**(2):657-664.
- Nurul, H., Boni, I. dan Noryati, I. 2009. The effect of different ratios of Dory fish to tapioca flour on the linear expansion, oil absorption, colour and hardness of fish crackers. *International Food Research Journal*. **16**:159-165.
- O'Connor, C. 1987. *Extrusion technology for the food industry*. London and New York: Elsevier Applied Science.
- Oke, M. O., Awonorin, S. O. dan Workneh, T. S. 2013. Expansion ratio of extruded water yam (*Dioscorea alata*) starches using a single screw extruder. *African Journal of Agricultural Research*. **8**(9):750-762.
- Onwulata, C. I., Konstance, R. P., Smith, P. W. dan Holsinger, V. H. 1998. Physical properties of extruded products as affected by cheese whey. *Journal of Food Science*. **65**(5):1-5.
- Pansawat, N., Jangchud, A., Jangchud, K., Wuttijumnong, P., Koehler, P. E. dan Phillips, R. D. 2004. Effects of extrusion on *n*-3 fatty acids and vitamin E in a fish, rice flour and menhaden oil formulation. *Dalam Abstract of the 10th world congress on clinical nutrition* (hlmn. 109). Thailand: Phuket.



- Pansawat, N. 2007. *Development of an extruded snak supplemented with fish protein and n-3 fatty acids*. Ph.D. Thesis. Kasetsart University.
- Pansawat, N., Jangchud, K., Jangchud, A., Wuttijumnong, P., Saalia, F. K., Eitenmiller, R. R. dan Philips, R. D. 2008. Effects of extrusion conditions on secondary extrusion variables and physical properties of fish, rice-based snacks. *LWT*. **41**:632-641.
- Patil, R.T., Berrios, J. De J., Tang, J. dan Swanson, B.G. 2007. Evaluation of methods for expansion properties of legume extrudates. *Applied Engineering in Agriculture*. **23**(6):777-783.
- Pengboon, N., Punsuwan, S. dan Siriwongwilaichat, P. 2009. Formulation of flour based peanut using mixture design.
- Ranhotra, G. S. dan Vetter, J. L. 1991. Foods considere for nutrient addition: snacks and confectionaries. *Dalam Bauernfeind, J.C. dan Lachance, P.S. (eds.) Nutrient Addition to Food*. Trumbull, CT: Food and Nutrition Press.
- Ratana-arporn, P. dan Chirapart, A. 2006. Nutritional evaluation of tropical green seaweeds: *Caulerpa lentillifera* and *Ulva reticulata*. *Kasetsart Journal of Natural Science*. **40**:75-83.
- Rayas-Duarte, P., Majewska, K. dan Doetkott, C. 1998. Effect of extrusion process parameters on the quality of Buckwheat flour mixes. *Cereal Chemistry*. **75**(3):338-345.
- Rhee, K. S., Kim, E. S., Kim, B. K., Jung, B. M. dan Rhee, K. C. 2004. Extrusion of minces catfish with corn and defatted soy flours for snack foods. *Journal of Food Processing Preservation*. **28**:288-301.
- Riaz, M.N. 2000. Introduction to Extruders and their principles. Pennsylvania: Technomic Publishing Company.
- Saeleaw, M. dan Schleining, G. 2010. Effect of blending cassava starch, rice, waxy rice and wheat flour on physic-chemical properties of flour mixtures and mechanical and sound emission properties of cassava crackers. *Journal of Food Engineering*. **100**(1):12 – 24.



- Saeleaw, M. dan Schleining, G. 2011. Effects of frying parameters on crispiness and sound emission of cassava crackers. *Journal of Food Engineering*. **103**:229-236.
- Sajilata, M. G. dan Singhal, R. S. 2005. Specialty starches for snack foods. *Carbohydrate Polymers*. **59**:131-151.
- Saritha, K. dan Patterson, J. 2012. Processing of Innovative Ready to Fry Crackers from *Penaeus japonicus*. *World Journal of Dairy and Food Sciences*. **7**(1):66-73.
- Sebio, L. dan Chang, Y. 2004. Effect of processing conditions on the extrusion of white yang flour (*D. rotundata*). *Tropical Science*. **44**(4):150-195.
- Senthil, A., Ravi, R., Bhat, K. K., dan Seethalakshmi, M. K. 2002. Studies on the quality of fried snacks based on blends of wheat flour and soya flour. *Food Quality and Preference*. **13**:267-237.
- Seth, D. dan Rajamanickam, G. 2012. Development of extruded snacks using soy, sorghum, millet and rice blend – A response surface methodology approach. *International Journal of Food Science and Technology*. **47**:1526-1531.
- Sevatson, E. dan Huber, G. R. 2000. Extruder in food industry. *Dalam Riaz, M. N. (ed). Extruder in Food Applications*. Pennsylvania: Technomic Publising Co. Inc.
- Shannon, D., Robert, H.-N. dan Tyler, T. 2010. Effect of protein, moisture content and barrel temperature on the physicochemical characteristics of pea flour extrudates. *Food Research International*. **43**:659-663.
- Shaviklo, G. R., Gudjon, T., Rafipour, F. dan Sigurgisladottir, S. 2011. Quality and storage stability of extruded puffed corn snacks during 6-month storage at ambient temperature. *Journal of Science Food and Agriculture*. **91**:886-893.
- Shaviklo, G. R., Olafsdottir, A., Sveinsdottir, K., Thorkelsson, G. dan Rafipour, F. 2011. Quality characteristics and consumer acceptance of a high fish protein puffed corn-fish snack. *Journal of Food Science and Technology*. **48**(6):668-676.
- Shevchenko, N. M., Burtseva, Y. V., Zvyagintseva, T. N., Makar'eva, T. N., Sergeeva, O. S., Zakharenko, A. M., Isakov, V. V., Nguyen, T. L., Nguyen, X.



- H., Bui, M. L. dan Pham, V. H. 2009. Polysaccharides and sterols from green algae. *Chemistry of Natural Compounds*. **45**(1):1-5.
- Shirani, G. dan Ganesharanee, R. 2009. Extruded products with fenugreek (*Trigonellagraecium*) Chick pea and Rice: physical properties, sensory acceptability and glycemic index. *Journal of Food Engineering*. **90**:45-52.
- Sikorski, Z. E. dan Pan, B. S. 1994. The effect of heat-induced changes in nitrogenous constituents on the properties of seafoods. *Dalam* Sikorski, Z. E., Pan, B. S., dan Shahidi, F. (eds.). *Seafood Proteins*, hlmn. 84-98. New York: Chapman & Hall.
- Sivan, G. dan Radhakrishnan, C. K. 2011. Food, feeding habits and biochemical composition of *Scatophagus argus*. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. **11**:603-608.
- Smolin, L. A. dan Grosvenor, M. B. 2008. *Nutrition: Science and Applications*. NJ: John Wiley & Sons, Inc.
- Stojceska, V., Ainsworth, P., Plunkett, A., Ibanoglu, E. dan Ibanoglu, S. 2008. Cauliflower by-products as a new source of dietary fibre, antioxidants and proteins in cereal based ready-to-eat expanded snacks. *Journal of Food Engineering*. **87**:554-563.
- Suknark, K., Philips, R. D. dan Huang Y. -W. (2000). Tapioca-fish and tapioca peanut snacks by twin screw extrusion and deep-fat frying. *Journal of Food Science*. **64**(2):303-308.
- SuriaLink. 2003. The SuriaLink Seaplants Handbook. <http://surialink.seaplant.net/>. Retrieved 11 November 2012.
- Taewee, T. K. (2011). MiniReview Cracker "Keropok": A review on factors influencing expansion. *International Food Research Journal*. **18**(3):855-866.
- Tan, J., Lim, P. E. dan Phang, S. M. 2012. Phylogenetic relationship of *Kappaphycus* Doty and *Eucheuma* J. Agardh (Solieriaceae, Rhodophyta) in Malaysia. *Journal of Applied Phycology*.
- Taranto, U. M., Meinke, W. W., Cater, C. M., Mattil, K. F. 1975. Parameters affecting production and character of extrusion texturized defatted glandless cottonseed meal. *Journal of Food Science*. **40**:1264



Thomas, D. J. dan Atwell, W. A. 1999. *Starches*. St. Paul, MN: Eagan Press.

Tongdang, T., Meenun, M. dan Chainui, J. 2008. Effect of sago starch addition and steaming time on making cassava cracker (Keropok). *Starch/Starke*. **60**(10):568–576.

Undeland, I., Lindqvist, H., Chen-Yun, Y., Falch, E., Ramel, A. dan Cooper, M. 2009. Seafood and health: what is the full story?. *Dalam* Luten, J. (ed.) *The Nordic Network for Marine Functional Food (MARIFUNC)*. Stensberggt, Norway: Nordic Innovation Centre.

Valerie, A., Irmouli, G., Fleurence, J., Lamghari, R., Lucon, M., Rouxel, C., Barbaroux, O., Bronowicki, J. P., Villaume, C. dan Gueant, J. L. 1999. Nutritional value of proteins from edible seaweed *Palmaria palmate* (Dulse). *Journal of Nutritional Biochemistry*. **10**:353-359.

Van Zuilichem, D. J. dan Stolp, W. 1983. Engineering aspects of single- and twin-screw extrusion-cooking of biopolymers. *Journal of Food Engineering*. **2**:157–175.

Vasanthan, T., Gaosong, J., Yeung, J., dan Li, J. 2002. Dietary fiber profile of barley flour as affected by extrusion cooking. *Food Chemistry*. **77**:35–40.

Veronica, A. O., Olusola, O. O. dan Adebawale, E. A. (2006). Qualities of extruded puffed snacks from maize/soybean mixture. *Journal of Food Process Engineering*. **29**:149-161.

Wan Rahimah, W. I. 1984. *Penyediaan Keropok Secara Moden*. Bahagian Teknologi Makanan, MARDI: Serdang.

Wang, Y., Zhang, M. dan Mujumdar, A. S. 2012. Influence of green banana flour substitution for cassava starch on the nutrition, color, texture and sensory quality in two types of snacks. *LWT-Food Science and Technology*. **47**:175-182.

Yang, S. -H., Peng, J., Lui, W. -B. dan Lin, J. 2008. Effects of adlay species and rice flour ration on the physicochemical properties and texture characteristic of adlay-based extrudates. *Journal of Food Engineering*. **84**(3):489-494.



- Yanniotis, S., Petraki, A. dan Soumpasi, E. 2007. Effect of pectin and wheat fibers on quality attributes of extruded cornstarch. *Journal of Food Engineering*. **80**:594-599.
- Yu, S. Y., Michell, J. R. dan Abdullah, A. 1981. Production and acceptability testing of fish crackers (*keropok*) prepared by extrusion method. *International Journal of Food Science and Technology*. **16**(1):51-58.
- Zanariah, J. 1996. *Nilai Pemakanan Snek Rapuh Komersil dan Pelbagai Snek*. Serdang: Pusat Penyelidikan Teknologi Makanan, MARDI
- Zhuang, H., An, H., Chen, H, Xie, Z., Zhao, J., Xu, X. dan Jin, Z. 2010. Effect of extrusion parameters on physicochemical properties of Hybrid Indica Rice (Type 9718) Extrudates. *Journal of Food Processing and Preservation*. **34**:1080-1102.
- Zuccarello, G. C., Critchley, A. T., Smith, J., Sieber, V., Lihonneur, G. B. dan West, J. A. 2006. Systematic and genetics variation in commercial *Kappaphycus* and *Eucheuma* (Solieriaceae, Rhodophyta). *Journal of Applied Phycology*. **18**:643-651.

