

**POTENSI SISA PEMROSESAN TILAPIA
(*Oreochromis niloticus*) SEBAGAI BAHAN ASAS
PERISA MAKANAN**

NIZAHA JUHAIDA MOHAMAD

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

2007

**POTENSI SISA PEMROSESAN TILAPIA
(*Oreochromis niloticus*) SEBAGAI BAHAN ASAS
PERISA MAKANAN**

oleh

NIZAHA JUHAIDA MOHAMAD

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

Jun 2007

PENGHARGAAN

Saya mengambil kesempatan ini untuk menyatakan setinggi-tinggi penghargaan kepada Prof. Madya Dr. Noryati Ismail selaku penyelia utama saya yang banyak memberi pendapat dan cadangan dalam menjayakan kajian ini. Tidak lupa saya ucapkan berbanyak-banyak terima kasih kepada Pengarah Institut Penyelidikan Perikanan Batu Maung yang telah membenarkan penggunaan makmal dan peralatan. Saya juga sangat berbesar hati mengucapkan ribuan terima kasih kepada penyelia kedua saya iaitu En Ismail Ishak yang telah banyak memberi sumbangan dan membimbing saya sepanjang saya menjalankan penyelidikan di Institut Penyelidikan Perikanan. Saya juga ingin mengucapkan terima kasih kepada rakan-rakan dan beberapa pegawai di Institut Penyelidikan Perikanan yang telah banyak membantu saya iaitu Cik Ramlah Abdul Manaf, Pn Rashidah Sukor, En Azhar Hamzah, Cik Lau Yon Lai, Pn Azam Hanim Shuhadah Ariffin, Pn Faizah Abdul Hamid, Cik Masazurah Abd Rahim, En Mohd Norazman Ayub, Pn Wan Norhana Nordin, En Hamdan Jaafar, En Fisal Ahmad, En Zukri Yahya, Cik Sofina Saufi, Cik Norhanim Ahmad, Pn Fazilah Sharif, En Mohd Bakri Saad dan En Mohd Hafiz Kassim.

.....

NIZAHA JUHAIDA MOHAMAD

Julai 2007

SENARAI KANDUNGAN

MUKA SURAT

PENGHARGAAN	ii
SENARAI KANDUNGAN	iii
SENARAI JADUAL	viii
SENARAI RAJAH	x
SINGKATAN	xii
ABSTRAK	xiv
ABSTRACT	xv

BAB 1 - PENGENALAN

1.0	Latar Belakang Penyelidikan	1
1.1	Objektif	5

BAB 2 - TINJAUAN LITERATUR

2.0	Pengenalan kepada Tilapia	6
	2.0.1 Jenis-jenis Biologi	6
	2.0.2 Sistem Ternakan	9
2.1	Status Terkini Tilapia	11
	2.1.1 Penghasilan Tilapia Dunia	11
	2.1.2 Tilapia di Asia	18
	2.1.3 Tilapia di Malaysia	22
	2.1.3.1 GIFT Tilapia	24
2.2	Produk-produk Berasaskan Tilapia	25

2.3	Sisa-sisa Pemrosesan Tilapia	29
	2.3.1 Perolehan Semula Protein Dalam Sisa Pemrosesan Ikan	30
	2.3.1.1 Sos Ikan	30
	2.3.1.2 Silaj Ikan	31
	2.3.1.3 Pekatan Protein Ikan (PPI)	32
	2.3.1.4 Hidrolisat Protein	33
	2.3.1.5 Gelatin	35
2.4	Kaedah-kaedah Penghasilan Hidrolisat Protein	36
	2.4.1 Hidrolisis Kimia	36
	2.4.2 Hidrolisis Enzim	37
	2.4.3 Asid Amino dan Pecahan Protein	40
2.5	Pengasingan Asid Amino	45
	2.5.1 Biopemisahan	46
	2.5.2 Kromatografi Kolumn	47
	2.5.2.1 Kromatografi Penukar Ion	48
2.6	Kimia Pembangunan Perisa Daripada Protein	50
	2.6.1 Nukleotida dan Amino Asid Sebagai Perisa	50
	2.6.2 Umami	53
	2.6.3 Produk-produk Ikan yang Digunakan Sebagai Bahan Perisa Dalam Makanan	54

BAB 3 - BAHAN DAN KAEDAH

3.0	Penyediaan Dan Pemrosesan Bahan Mentah	58
	3.0.1 Penyediaan Bahan Mentah Sebelum Menjalankan Analisis Kimia	57

	3.0.2	Penyediaan Bahan Mentah Bagi Pemrosesan Kiub	59
	3.0.2.1	Hidrolisis Protein Secara Enzimatik	59
	3.0.2.2	Pengekstrakan Akueus Pada Suhu Dan Tekanan Tinggi	61
	3.0.2.3	Penyediaan Formulasi Kiub “Bouillon”	62
3.1		Analisis Kimia	63
	3.1.1	Analisis Proksimat	63
	3.1.1.1	Lembapan	63
	3.1.1.2	Protein	64
	3.1.1.3	Lemak	65
	3.1.1.4	Abu	66
	3.1.1.5	Analisis Statistik	66
	3.1.2	Penentuan Profil Asid Amino	67
	3.1.2.1	Penyediaan Sampel	67
	3.1.2.2	Penyediaan Piawai Dalaman	67
	3.1.2.3	Penyediaan HPLC	67
	3.1.2.4	Analisis Statistik	69
	3.1.3	Penentuan Nukleotida Menggunakan HPLC	69
	3.1.3.1	Pengekstrakan Nukleotida	69
	3.1.2.2	Penyediaan HPLC	69
	3.1.2.3	Analisis Statistik	69
	3.1.4	Pengasingan Asid Amino	70
	3.1.4.1	Kaedah Elektroforesis Dua-Fasa Akueus	71
	3.1.4.2	Kaedah Kolumn Kromatografi Menggunakan Resin Alumina	73
	3.1.4.3	Kaedah Kolumn Kromatografi Menggunakan Resin Amberlite IR-120	74

3.1.5	Penentuan Sifat-sifat Berfungsi Kiub "Bouillon"	75
	Tilapia	
3.1.5.1	Indeks Keterlarutan Nitrogen (IKN)	75
3.1.5.2	Keupayaan Memegang Air	76
3.1.5.3	Keupayaan Memegang Minyak	77
3.1.5.4	Penentuan Asid Amino Bebas Kiub Tilapia	78
3.1.5.5	Penentuan Asid Amino Kiub Tilapia	78
3.1.5.6	Ujian Penilaian Deria Ke Atas Kiub Menggunakan Skala Hedonik	78
3.1.5.7	Analisis Statistik	79

BAB 4 - KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

4.0	Sisa Pemprosesan Tilapia	80
4.1	Komposisi Proksimat Sisa Pemprosesan Tilapia	82
4.2	Penentuan Profil Asid Amino Dalam Sisa Pemprosesan Tilapia	83
4.3	Penentuan Profil Nukleotida Dalam Sisa Pemprosesan Tilapia	87
4.4	Penentuan Kaedah Terbaik Pengasingan Asid Amino	90
4.5	Penghasilan Bahan Asas Kiub Tilapia	94
	4.5.1 Hidrolisat Protein	95
	4.5.2 Hasil Ekstrak Akueus	100
4.6	Komposisi Proksimat Kiub Tilapia	103
4.7	Sifat-sifat Berfungsi Kiub Tilapia	105
	4.7.1 Indeks Keterlarutan Nitrogen (IKN)	106
	4.7.2 Keupayaan Memegang Air	108
	4.7.3 Keupayaan Memegang Minyak	111

4.8	Asid Amino Bebas Kiub Tilapia	113
4.9	Asid Amino Total Kiub Tilapia	117
4.10	Ujian Nilai Rasa	119
BAB 5 - KESIMPULAN		125
BAB 6 - CADANGAN-CADANGAN UNTUK KAJIAN LANJUTAN		128
BAB 7 - RUJUKAN		129
LAMPIRAN		

SENARAI JADUAL

		MUKA SURAT
Jadual 2.1	Sepuluh negara teratas yang mengeluarkan tilapia kultur di dunia, 1970 – 2004	14
Jadual 2.2	Sistem pengelasan enzim dan contoh-contoh enzim yang digunakan dalam industri makanan dan perisa	38
Jadual 2.3	Protease yang biasa digunakan dalam makanan	39
Jadual 2.4	Sebatian umami dalam makanan	54
Jadual 2.5	Kandungan glutamat bebas dalam pelbagai makanan	54
Jadual 2.6	Kandungan glutamat dalam pelbagai protein haiwan	54
Jadual 3.1	Formulasi penghasilan kiub tilapia	62
Jadual 3.2	Penghasilan kiub tilapia dengan formulasi yang berbeza	63
Jadual 3.3	Gradien aliran fasa bergerak A dan B	68
Jadual 4.1	Berat purata setiap bahagian ikan	81
Jadual 4.2	Komposisi proksimat setiap organ tilapia	83
Jadual 4.3	Komposisi asid amino dalam setiap bahagian tilapia dan sisa pemprosesan tilapia	84
Jadual 4.4	Kandungan asid aspartik dan asid glutamik dalam setiap bahagian sisa pemprosesan berdasarkan berat seekor ikan	86
Jadual 4.5	Komposisi nukleotida dalam setiap bahagian tilapia termasuk sisa pemprosesan tilapia	88
Jadual 4.6	Keputusan pengasingan asid amino menggunakan tiga kaedah berbeza	91
Jadual 4.7	Keputusan proksimat kiub tilapia yang dihasilkan	103
Jadual 4.8	Indeks Keterlarutan Nitrogen dalam setiap formulasi kiub tilapia	107
Jadual 4.9	Komposisi asid amino bebas dalam kiub tilapia	114
Jadual 4.10	Komposisi asid amino dalam kiub tilapia	118

Jadual 4.11	Skor yang diperolehi dalam Sesi 1 penilaian deria bagi sampel kiub yang diperbuat daripada isi ikan dan hidrolisat	120
Jadual 4.12	Skor yang diperolehi dalam Sesi 2 penilaian deria bagi sampel kiub yang diperbuat daripada isi ikan dan ekstrak akueus	120
Jadual 4.13	Skor yang diperolehi dalam Sesi 3 penilaian deria bagi penilaian nisbah kiub:air yang digemari	122
Jadual 4.14	Skor yang diperolehi dalam Sesi 4 penilaian deria bagi penilaian nisbah kiub:air yang digemari	122
Jadual 4.15	Skor yang diperolehi dalam Sesi 5 penilaian deria bagi penilaian antara kiub A2 dan B2	123
Jadual 4.16	Skor yang diperolehi dalam Sesi 6 penilaian deria bagi penilaian antara kiub A2 dan produk komersial	124

SENARAI RAJAH

		MUKA SURAT
Rajah 2.1	Sirip dan pengenalan cantina bagi Nile Tilapia	8
Rajah 2.2	Pengeluar utama tilapia dunia	13
Rajah 2.3	Sistem pengkulturan tilapia	16
Rajah 2.4	Penghasilan akuakultur tilapia mengikut spesis di Asia dan Pasifik dari tahun 1970 hingga 2002	21
Rajah 2.5	Ternakan tilapia di Empangan Batang Ai, Sarawak	24
Rajah 2.6	Tilapia segar	26
Rajah 2.7	Tilapia salai	26
Rajah 2.8	Resipi-resipi masakan tilapia	27
Rajah 2.9	Fillet tilapia bersalut serbuk roti	27
Rajah 2.10	Sashimi	27
Rajah 2.11	Kulit tilapia goreng	28
Rajah 2.12	Produk tilapia yang diimport ke US dalam tahun 2002	28
Rajah 2.13	Contoh produk daripada kulit Nile tilapia	29
Rajah 2.14	Hidrolisis ikatan peptida oleh protease	37
Rajah 2.15	Penguraian enzimatik ATP	52
Rajah 3.1	Carta alir yang menunjukkan semua ujikaji yang dijalankan ke atas sisa pemprosesan tilapia	56
Rajah 3.2	Carta alir pemprosesan tilapia sehingga kering sebelum dianalisis	58
Rajah 3.3	Hidrólisis enzimatik sisa pemprosesan tilapia menggunakan Alcalase	60
Rajah 3.4	Pengekstrakan akueus pada suhu dan tekanan tinggi	61
Rajah 3.5	Sistem elektroforesis dua fasa akueus	71
Rajah 3.6	Eksperimen pemisahan asid amino dengan menggunakan kaedah elektroforesis dua fasa akueus	72

Rajah 3.7	Kaedah keterlarutan protein kiub tilapia dalam air	75
Rajah 3.8	Kaedah keupayaan memegang air oleh kiub tilapia	76
Rajah 3.9	Kaedah keupayaan mengikat minyak oleh kiub tilapia	77
Rajah 4.1	Kromatogram asid aspartik yang dihasilkan menggunakan alumina	91
Rajah 4.2	Kromatogram asid glutamik yang dihasilkan menggunakan alumina	91
Rajah 4.3	Kiub yang dihasilkan menggunakan hidrolisat protein sebagai bahan asas	99
Rajah 4.4	Kiub yang dihasilkan menggunakan hasil ekstrak akueus sebagai bahan asas	102
Rajah 4.5	Keupayaan memegang air setiap formulasi kiub tilapia	110
Rajah 4.6	Keupayaan memegang minyak setiap formulasi kiub	112

SINGKATAN

ADP	Adenosin difosfat
AKVAFORSK	<i>Institute of Aquaculture Research of Norway</i>
Ala	Alanina
AMP	Adenosin monofosfat
Arg	Arginina
Asp	Asid aspartik
ATP	Adenosine trifosfat
DEX	Dextran
DPN3	Dasar Pertanian Negara Ke-3
FAO	<i>Food and Agriculture Organization</i>
FCR	<i>Food Conversion Ratio</i>
FDA	<i>Food and Drug Administration</i>
FMOG	<i>9-fluorenylmethyl chloroformate</i>
GIFT	<i>Genetic Improvement of Farm Tilapia</i>
Glu	Asid glutamik
Gly	Glycina
GMP	Guanosin monofosfat
His	Histidina
HPLC	<i>High Performance Liquid Chromatography</i>
Hx	Hypoxanthin
ICLARM	<i>International Center for Living Aquatic Resources Management</i>
Ile	Isoleusina
IMP	Inosin monofosfat
Ino	Inosin
Leu	Leusina

Lys	Lysina
Met	Methionina
MSG	<i>Monosodium glutamate</i>
OPA	<i>o-phthalaldehyde</i>
PEG	<i>Polyethelene Glycol</i>
Phe	Phenyalanina
Pro	Prolina
sDFA	Sistem Dua Fasa Akueus
Ser	Serina
Thr	Threonina
TLC	<i>Thin Layer Chromatography</i>
Tyr	Tyrosina
Val	Valina
XMP	Xantosin monofosfat

POTENSI SISA PEMROSESAN TILAPIA (*Oreochromis niloticus*) SEBAGAI BAHAN ASAS PERISA MAKANAN

ABSTRAK

Penimbunan sisa pemrosesan tilapia akibat pemfiletan dijangka meningkat dengan peningkatan penghasilan tilapia dunia (dijangkakan 2,000,000 mt pada 2010). Di Malaysia pula dijangka mencecah 120,000 mt pada 2010. Potensi bahan sisa ini sebagai perisa dikaji dengan mengasingkan setiap bahagian (kepala, kulit, tulang, perut dan isi) dan analisis asid amino dan nukleotida dilakukan untuk mengkaji kandungan bahan berperisa. Kandungan asid aspartik dan asid glutamik dalam isi masing-masing adalah 0.13 dan 0.22 g/ g protein manakala dalam sisa adalah 0.10 dan 0.15 g/ g protein. Protein dalam semua bahagian tilapia antara 6.6 – 77.6%. Kandungan nukleotida secara keseluruhannya rendah dalam semua bahagian tilapia (0.01 – 36.18 mg/ 100 g sampel). IMP didapati tinggi dalam isi tilapia iaitu 36.18 mg/ 100 g sampel (asas kering). Pengasingan asid aspartik dan asid glutamik secara individu menggunakan tiga kaedah berbeza didapati tidak memuaskan. Hanya pemisahan menggunakan resin alumina berjaya dilakukan namun hasilnya tidak pasti dari segi ketulenan dan terlalu sedikit (0.5 – 2%). Sebagai alternatif, sisa pemrosesan tilapia diekstrak menggunakan dua kaedah iaitu hidrolisis secara enzimatik dan pengekstrakan akueus pada suhu dan tekanan tinggi. Supernatan daripada kedua-dua kaedah tersebut dikering dan dijadikan bahan asas penghasilan kiub. Hasil hidrolisat kering dan ekstrak akueus kering masing-masing adalah sebanyak 12.5 dan 6.0%. Sebanyak 10 formulasi kiub telah dihasilkan dan sifat-sifat berfungsi kiub dikaji disamping ujian penilaian deria. Formulasi A2 (1/2) paling dapat diterima pengguna dan didapati setanding dengan kiub ikan bilis komersial. A2 (1/2) didapati lebih digemari berbanding dengan kiub bilis komersial walaupun tiada perbezaan yang signifikan ($P > 0.05$) diperhatikan. Hasil kajian ini menunjukkan bahawa sisa pemrosesan tilapia didapati berpotensi untuk dijadikan bahan asas perisa makanan.

POTENTIAL OF TILAPIA (*Oreochromis niloticus*) PROCESSING WASTE AS FOOD FLAVOURANTS

ABSTRACT

The production of tilapia processing waste is estimated to increase significantly parallel with the global tilapia production estimated to reach 2,000,000 mt. In Malaysia, it has been estimated at 120,000 mt in 2010. The ratio of fillet to tilapia waste was 3:7. The potential of tilapia processing waste as food flavorant was studied by separated each part of tilapia (head, skin, bone, viscera & fillet) and its' amino acids and nucleotides contents were carried out in order to ascertain the contents of flavourant. Aspartic and glutamic acids in tilapia fillet were 0.13 and 0.22 g/ g protein, respectively while in tilapia processing waste were 0.10 and 0.15 g/ g protein, respectively. The protein content in all parts of tilapia were between 6.6 – 77.6%. Overall, the nucleotide content was low in all parts of tilapia (0.01 – 36.18 mg/ 100 g sample). IMP was high in tilapia fillet which was 36.18 mg/ 100 g sample (dry basis). The isolation of individual aspartic and glutamic acids, using three different methods were not satisfactory achieved. Only the separation by chromatography column using alumina was succeed, however the yield was not confirm in terms in it's purity and too little (0.5 – 2%). As an alternative, tilapia processing waste was extracted by enzymatic hydrolysis and aqueous extraction at elevated temperature and pressure. The supernatant produced from both methods were dried and used as base-material in preparation of bouillon cubes. The yield of protein hydrolysate and aqueous extract were 12.5 and 6.0%, respectively. Ten bouillon formulations were prepared and their functional properties studied together wwith sensory evaluation. Formulation A2 (1/2) was the most acceptable product even when compared with *ikan bilis* cube (no significant difference at $P>0.05$). This study shows that tilapia processing waste can be turned into useful flavorants or economic value.

BAB 1 PENGENALAN

1.0 Latar Belakang Penyelidikan

Ikan adalah sumber protein yang sangat penting kepada manusia. Perkembangan dunia global dan peningkatan taraf hidup menyebabkan berkembangnya teknologi pemprosesan ikan. Ikan mula dihasilkan dalam bentuk filet, sushi, sashimi, bebola ikan, jejari ikan, filet salai dan banyak lagi produk-produk ikan yang lain. Namun, perkembangan industri makanan yang menyumbang kepada peningkatan ekonomi ini, turut menyumbang kepada penimbunan sisa buangan industri. Pemprosesan ikan contohnya akan banyak menghasilkan bahan sampingan yang mengandungi kandungan protein tinggi yang dibuang begitu sahaja. Penimbunan sisa pemprosesan yang banyak (60%) (Onodenalore, 1998) akan menyumbang kepada potensi pencemaran organik dan pembaziran akibat tidak menggunakan sumber bahan mentah secara optimum. Walaupun penuaian hasil laut dunia dianggarkan melebihi 100 juta metrik tan setahun, namun hanya lebih kurang satu per lima sahaja digunakan untuk penghasilan makanan manusia (FAO, 1996).

Pelbagai usaha telah dijalankan bagi menangani masalah pembuangan sisa antaranya ialah penghasilan sos ikan, pekatan protein dan hidrolisat protein. Selain itu, gelatin telah lama diusahakan daripada kulit dan tulang dan dijadikan ramuan untuk menambahkan sifat elastik, kekonsistenan dan kestabilan sesuatu produk makanan. Penghasilan gelatin daripada kulit ikan bukan sahaja bertujuan untuk mengeksploitasi bahan-bahan sampingan tetapi juga sebagai alternatif kepada gelatin daripada haiwan darat (Sarabia *et al.*, 2000) walaupun gelatin daripada haiwan darat adalah lebih baik kerana mempunyai darjah pencairan dan darjah pengelatan yang lebih tinggi (Leuenberger, 1991). Selain produk makanan, ada juga yang menghasilkan beg tangan, beg duit, beg bimbit, tali jam dan tali pinggang daripada kulit ikan. Azizah *et al.*

(2002) telah menghasilkan hidrolisat protein berkualiti tinggi daripada tilapia *Oreochromis mossambicus*. *O. mossambicus* tidak begitu menarik perhatian pengguna berbanding *O. niloticus*, oleh itu ianya dihasilkan dalam bentuk makanan yang lain. Yu & Tan (1990) pula telah menghasilkan keropok daripada hidrolisat protein *O. mossambicus*. Usaha menambahbaik produk hasil tangkapan sampingan diteruskan oleh Córdova-Murueta *et al.* (2007) iaitu menghasilkan pekatan protein dengan menggunakan tiga kaedah pengeringan yang berbeza iaitu pengeringan sejukbeku, pemanasan pada 65°C dan 110°C. Selain itu, Wu *et al.* (2003) telah mengkaji asid amino bebas dan peptida yang boleh mempunyai sifat antioksidan dalam hidrolisat protein *mackerel (Scomber austriasicus)*.

Protein terdiri daripada bahan-bahan penting yang boleh menyumbangkan kepada perisa. Protein dalam keadaan semulajadi tidak banyak menyumbang perisa secara langsung, tetapi boleh mempengaruhi persepsi perisa oleh komponen yang lain dalam makanan melalui tindakbalas pengikatan. Tindakbalas peptida-peptida dengan kawasan-kawasan perisa lidah akan memberikan perasa sama ada pahit atau manis. Asid amino juga mempunyai profil perisa yang tertentu dan yang paling penting asid amino memainkan peranan dalam pelbagai tindakbalas dengan memberikan suatu julat perasa yang luas (Weir, 1992). Hasil ekstrak makanan laut mempunyai bahan-bahan yang sama dengan bahan-bahan perasa yang lain seperti campuran kompleks asid amino, peptida, nukleotida, asid organik dan kumpulan-kumpulan kimia yang lain. Setiap juzuk kumpulan-kumpulan ini boleh menjadi faktor yang penting dalam menyumbangkan perisa keseluruhan terhadap sesuatu makanan. Menurut Tsuchiya (1962) dan Nonaka (1965), asid amino dan terbitannya iaitu glysina, alanina, asid glutamik, serina, prolina, arginina, histidina, anserina, karnosina dan natrium 5'-ribonukleotida seperti 5'-IMP, 5'-GMP, 5'-AMP dan 5'-ATP adalah sangat penting kepada perisa produk akhir (Ochi, 1980). Jepun adalah negara pertama yang membangunkan perisa daripada bahan semulajadi terutamanya makanan laut.

Perluasan kepakaran dalam bidang tersebut telah berjaya menghasilkan ramuan penting untuk menghasilkan perisa baru seperti mononatrium glutamat dan dinatrium inosinat (Motozaki, 1969) daripada bonito (Ochi, 1980).

Tilapia adalah antara ikan ternak air tawar yang paling penting sebagai makanan di seluruh dunia. Selain daripada penghasilannya yang semakin meningkat, tilapia juga antara ikan yang mudah didapati, senang ditenak, tidak mudah diserang penyakit, cepat membiak, boleh bertoleransi dalam situasi yang padat dan berkemampuan hidup dalam air yang berkualiti rendah dengan kandungan oksigen yang rendah.

Menurut Fitzsimmons (2003), tilapia kini adalah komoditi ketiga terpenting di seluruh dunia selepas kap dan salmon. Tambahan pula, Fitzsimmons (2001) turut mengatakan bahawa tilapia akan menjadi salah satu daripada empat produk makanan laut terpenting dunia menjelang abad ke-21 selain salmon, udang dan keli. Tilapia adalah alternatif kepada spesis ikan berdaging putih yang sedia ada seperti kod dan *haddock* dan akan terus meningkat di Perairan Eropah dan di seluruh dunia. Tilapia popular dijual sama ada dalam keadaan hidup-hidup, segar dan sejuk beku, filet, disalai, sashimi atau setengahnya menjual kulit tilapia goreng. Penghasilan tilapia dianggarkan akan mencecah 2,000,000 metrik tan pada tahun 2010 (Fitzsimmons, 2003).

Penghasilan tilapia ternak telah meningkat sangat cepat sejak beberapa dekad yang lalu. Peningkatannya yang cepat dikatakan berlaku apabila terdapat beberapa buah negara Asia yang mula menternak tilapia dari jenis Mozambique (*O. mossambica*) dan Nile (*O. niloticus*). Tilapia Nile adalah spesis yang paling banyak ditenak pada hari ini dan penghasilan global pada tahun 1999 hampir mencecah 90,000 tan. Pengeluar utama tilapia dunia adalah China, iaitu negara yang turut

menjadi pembekal utama tilapia kepada Amerika Syarikat. Pada tahun 2000, China telah mengeksport hampir 11,000 tan tilapia segar (hidup) dan sejuk beku kepada Amerika Syarikat berbanding 5000 tan pada tahun 1999. Di peringkat global, secara keseluruhan, China telah mengeluarkan hampir 900,000 tan metrik tilapia pada tahun 2004.

Malaysia adalah negara yang berpotensi dalam pembangunan industri akuakultur. Tilapia adalah salah satu komoditi penting untuk penternakan ikan air tawar dan diletakkan di bawah DPN3 (1999 – 2010), selain ikan keli dan kap tempatan. Namun begitu, prospek untuk membangunkan tilapia lebih digalakkan kerana sambutan terhadap tilapia oleh penduduk dunia adalah lebih tinggi berbanding spesis lain. Teknik pengkulturan tilapia yang baik telah lama bertapak di Malaysia dan terbukti berkesan. Selain rintang terhadap penyakit dan cepat membesar, melalui projek penambahbaikan genetik tilapia (GIFT) oleh World Fish Center (dulu dikenali sebagai ICLARM), kos penghasilan tilapia secara tidak langsung dapat dikurangkan. Tilapia juga mempunyai faktor pertukaran makanan yang lebih berkesan berbanding kebanyakan spesis yang lain (Jabatan Perikanan Malaysia, 2000).

Filet tilapia mendapat sambutan yang baik di pasaran tempatan dan antarabangsa. Kadar pertukaran tilapia adalah 3:1 iaitu 3 kg tilapia berupaya menghasilkan 1 kg filet. Serpihan-serpihan isi ikan hasil pemprosesan filet tilapia boleh dikumpul dan diproses untuk menghasilkan nugget, burger, jejari ikan dan bebola ikan (Jabatan Perikanan Malaysia, 2000). Oleh itu, peningkatan pemasaran tilapia pada masa akan datang mungkin menyebabkan berlaku penimbunan sisa. Maka, kajian ini iaitu untuk melihat potensi sisa tilapia sebagai suatu produk perisa adalah salah satu usaha untuk menangani masalah penimbunan sisa pada masa akan datang.

1.1 **Objektif**

Kajian terdahulu telah banyak dilakukan untuk menggunakan semula bahan buangan sisa industri pemprosesan ikan bagi menghasilkan suatu bahan yang boleh digunakan semula oleh manusia. Oleh kerana penggunaan tilapia kini sedang meningkat dengan mendadak dan dijangka menjadi salah satu komoditi penting dalam DPN3. Kajian ini dilakukan bagi mencapai matlamat seperti berikut:

- Menentukan kandungan asid amino dan nukleotida dalam sisa pemprosesan tilapia
- Menyediakan bahan perisa berasaskan asid amino yang terhasil dari sisa pemprosesan
- Memisahkan asid amino dan nukleotida perisa yang mempunyai aroma yang tinggi dan berbaloi untuk dipisahkan
- Menghasilkan kiub tilapia daripada hasil pengekstrakan akueus dan hidrolisis enzimatik sisa pemprosesan tilapia

BAB 2

TINJAUAN LITERATUR

2.0 Pengenalan Kepada Tilapia

2.0.1 Jenis-jenis Biologi

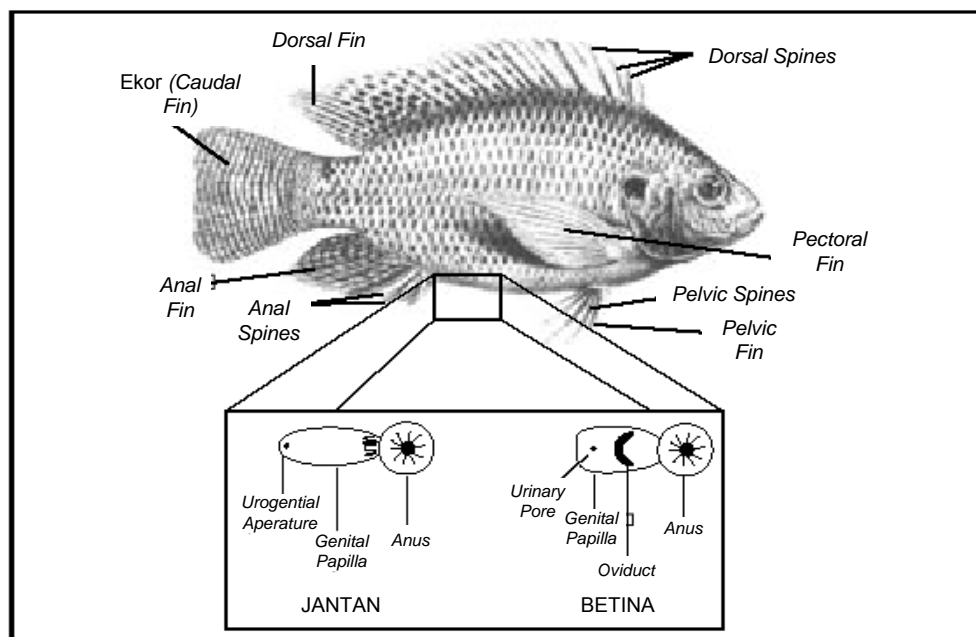
Tilapia adalah sejenis ikan air tawar yang mula mendapat perhatian dunia dan penggunaannya secara komersial semakin meningkat dan akan terus meningkat untuk masa yang akan datang. Tilapia berasal dari perairan air tawar di benua Afrika. Negara pertama di Asia yang memulakan ternakan ikan tilapia ialah Indonesia dengan menggunakan jenis *Tilapia mossambica* pada tahun 1939, walaupun tujuan asal ikan ini diimport adalah sebagai ikan hiasan. Bermula dari sini, kegunaan ikan ini telah merebak ke lain-lain negara Asia yang beriklim tropika. Ramai yang percaya bahawa ikan *Tilapia mossambica* yang pertama telah dibawa masuk ke Malaysia adalah untuk ditenak oleh askar-askar Jepun semasa perang dunia kedua sebagai satu sumber protein. Namun, spesis ini didapati semakin tidak mendapat perhatian. Ini kerana, selain warnanya yang tidak menarik, spesis ini mempunyai tabiat pembiakan yang subur sehingga menyebabkan kepadatan kolam berlaku. Maka, seterusnya menyebabkan saiz tumbesaran spesis ini terbantut akibat kepadatan yang wujud di dalam kolam penternakan. Oleh sebab itu, saiz spesis ini yang kecil menyebabkan spesis ini tidak mendapat perhatian pengguna dan tidak lagi sesuai untuk dipasarkan sebagai spesis ikan air tawar yang utama.

Kemudian, pada tahun 1972, tilapia Nile (*O. niloticus*) mula diperkenalkan di Thailand (Guerrero, 1987) dan pada tahun 1980 ia diperkenalkan di Malaysia (Jabatan Perikanan Malaysia, 2000). Namun, di Taiwan, Nile tilapia diperkenalkan lebih awal iaitu pada tahun 1966 oleh Jepun (Kuo, 1984). Nile tilapia yang mempunyai warna yang lebih menarik dan kadar tumbesaran yang lebih cepat berbanding *O. mossambicus* telah menarik perhatian pengguna dan seterusnya menaikkan semula

industri penternakan tilapia sehinggalah ke peringkat komersial di Asia bermula pada tahun 1980 (Agbayani, 1998). Namun begitu, beberapa spesies tilapia lain mula dikenalpasti untuk situasi tertentu contohnya tilapia biru (*O. aureus*) untuk ternakan dalam air yang lebih sejuk dan *O. spilurus* untuk air masin (Anon, 1984). Hibrid tilapia merah yang diperkenalkan di Taiwan adalah 'generasi ketiga' bagi tilapia, di mana menggabungkan sifat-sifat yang digemari seperti warna yang menarik, kadar tumbesaran yang cepat, mempunyai rasa yang lebih sedap, mudah untuk dibiakkan dan boleh menyesuaikan diri kepada pelbagai keadaan persekitaran (Anon, 1984). Tilapia merah adalah hibrid yang wujud secara semulajadi dan diklasifikasikan sebagai baka daripada empat spesies tilapia di mana *O. niloticus* dan *O. mossambicus* sebagai spesies dominan.

"Tilapia" adalah nama *generic* bagi sekumpulan *cichlid* yang asalnya dari Afrika. Kumpulan ini terdiri daripada tiga *genera* yang penting iaitu *Oreochromis*, *Sarotherodon*, dan *Tilapia* (Popma & Masser, 1999). Terdapat beberapa ciri yang membezakan ketiga-tiga genera tersebut, namun perbezaan yang paling ketara yang dapat dilihat adalah berkaitan dengan biologi pembiakan. Kesemua spesies *Tilapia* adalah *nest builders* iaitu telur yang disenyawakan dijaga dalam sarang yang dibina oleh induk. Bagi spesies *Sarotherodon* dan *Oreochromis* pula, kedua-duanya adalah *mouth brooders* di mana telur pada mulanya disenyawakan di dalam sarang dan kemudian induk dengan segera memasukkan telur-telur tersebut ke dalam mulut sebagai tempat pengeraman sehingga penetasan berlaku. Namun, bagi genus *Oreochromis*, hanya tilapia betina yang mengamalkan mouth brooding manakala bagi spesies *Sarotherodon*, kedua-dua tilapia jantan dan betina bertindak sebagai mouth brooders. Pada hari ini, kesemua tilapia yang ditenak secara komersial terdiri daripada genus *Oreochromis* dan lebih 90% adalah *O. niloticus*. Spesies lain yang turut ditenak adalah tilapia biru (*O. aureus*), tilapia Mozambique (*O. mossambicus*) dan tilapia Zanzibar (*O. urolepis hornorum*) (Popma & Masser, 1999).

Kematangan seksual bagi tilapia bergantung kepada umur, saiz dan keadaan persekitaran. Tilapia Mozambique mencapai kematangan seksual ketika saiznya lebih kecil dan lebih muda berbanding Nile tilapia dan tilapia biru. Populasi tilapia dalam tasik yang besar mencapai tahap kematangan pada peringkat yang lebih lambat dengan saiz yang lebih besar berbanding dengan tilapia dari spesis yang sama yang ditenak dalam kolam ternakan yang kecil. Contohnya, Nile tilapia mencapai tahap kematangan ketika berusia 10 hingga 12 bulan dengan berat mencecah 350 hingga 500 g dalam tasik di Afrika Timur. Bawah keadaan tumbesaran yang baik, spesis yang sama yang ditenak di dalam kolam ternakan akan mencapai tahap kematangan ketika berusia 5 hingga 6 bulan dengan berat mencecah 150 hingga 200 g. Perbezaan luaran antara fizikal tilapia jantan dan betina dari spesis *O. Niloticus* dapat dilihat seperti dalam Rajah 2.1.



Rajah 2.1 : Sirip dan pengenalan jantina bagi Nile Tilapia (Popma & Masser, 1999)

Tilapia merupakan spesies yang rintang terhadap pelbagai jenis penyakit, sangat lasak, boleh bertoleransi dalam situasi yang padat, mudah dihasilkan dan berkemampuan untuk hidup dalam air yang berkualiti rendah dengan kandungan oksigen terlarut yang rendah. Contohnya, *O. niloticus* boleh hidup pada tahap kandungan oksigen terlarut yang lebih rendah daripada 0.9 ppm untuk beberapa hari. Ia juga dapat bertahan pada paras karbon dioksida yang secara relatifnya tinggi, kekeruhan dan ammonia tidak terion. Walau bagaimanapun, keadaan persekitaran yang terbaik yang disyorkan untuk menghasilkan pembesaran ikan yang lebih baik ialah suhu di paras 28°C – 32°C, kandungan oksigen terlarut di paras ≥ 2.5 ppm, pH pada tahap 6 – 8 dan ammonia di paras yang kurang dari 0.5 ppm (Jabatan Perikanan Malaysia, 1995). Kebanyakan spesies tilapia juga boleh hidup dalam air masin dan sesetengahnya boleh hidup dalam air laut (Vannuccini, 1998).

Selain itu, terdapat beberapa spesies tilapia herbivor yang boleh membesar hanya dengan protein sayuran. Namun, oleh kerana rasa daging tilapia bergantung kepada diet dan kualiti air, sedikit perubahan dalam diet akan menghasilkan perisa yang pelbagai dalam isi ikan. Tilapia boleh mempunyai rasa yang hapak sekiranya jenis-jenis algae tertentu hadir, maka kualiti air adalah kritikal (Vannuccini, 1998).

2.0.2 Sistem Ternakan

Tilapia boleh dibiakkan dalam sangkar, tangki atau di dalam kolam sama ada secara monokultur atau polikultur. Teknik pengkulturan terbahagi kepada tiga sama ada ekstensif, semi-intensif atau intensif. Penternakan dalam sangkar biasanya dilakukan dalam tasik, empangan, sungai, tali air atau di lautan luas. Penggunaan sangkar adalah lebih baik berbanding kolam dan tangki kerana menjimatkan kos, kepadatan stok boleh ditingkatkan dan pengurusan yang secara relatifnya adalah lebih mudah. Biasanya, penternakan di dalam sangkar dilakukan di kawasan yang mempunyai sumber makanan semulajadi yang banyak dan terlindung daripada angin

kencang dan ombak. Sangkar terdiri daripada dua iaitu sangkar pegun atau sangkar terapung. Pemilihan sangkar bergantung kepada kedalaman air. Sangkar pegun sesuai digunakan di kawasan yang agak cetek manakala sangkar terapung pula digunakan di kawasan yang mempunyai kedalaman 5 m.

Kolam digunakan dalam pelbagai keluasan berjulat antara 0.25 – 2 hektar. Kedalaman air sebanyak 1 – 1.5 m dikekalkan. Tiga kaedah pengkulturan boleh dilakukan di dalam kolam penternakan. Kaedah ekstensif melibatkan penghasilan makanan semulajadi di dalam kolam dengan kaedah penyuburan tumbuhan dalam kolam dengan menggunakan baja organik dan kimia. Kaedah semi-intensif melibatkan pemberian makanan tambahan kepada ikan di samping membaja makanan semulajadi yang sedia wujud di dalam kolam. Kaedah intensif melibatkan pemberian makanan yang cukup kepada ikan dan penukaran air kolam kerap dilakukan untuk mengekalkan kepadatan yang tinggi. Bagi kaedah intensif, pemilihan kawasan serta penyediaan dan pembinaan kolam secara asasnya sama dengan pengkulturan bagi spesis lain.

Pengkulturan intensif tilapia di dalam tangki memerlukan makanan tiruan yang menyebabkan pengurusan air adalah kritikal. Saiz tangki adalah antara 20 – 500 m² dengan kedalaman antara 1.2 – 1.5 m. Namun, penggunaan tangki memerlukan kos yang tinggi untuk infrastruktur dan operasi. Antara kos yang lain termasuklah sumber bahan api, tenaga manusia dan penyenggaraan.

Amaun makanan yang diperlukan oleh tilapia bergantung kepada kaedah pengkulturan yang digunakan. Makanan komersial diperlukan bagi tilapia yang dibiak dalam tangki atau kolam yang mempunyai sumber makanan semulajadi yang kurang. Kadar pemakanan diubah-ubah bergantung kepada berat purata ikan dalam suatu kolam penternakan.

Tilapia dalam sangkar akan menikmati makanan semulajadi seperti plankton yang tumbuh liar dalam tasik dan hanya memerlukan makanan tambahan dalam amaun yang sedikit. Penggunaan makanan tambahan diperlukan bagi pengkulturan secara intensif dan semi-intensif. Baja organik dan bukan organik diperlukan bagi pertumbuhan sumber makanan semulajadi bagi dua bulan pertama pengkulturan. Dalam bulan ketiga dan keempat pengkulturan, sumber makanan semulajadi menjadi semakin terhad dan oleh itu pemakanan tambahan diperlukan (Aldon, 1998).

2.1 Status Terkini Tilapia

2.1.1 Penghasilan Tilapia Dunia

Tilapia ditenak diseluruh dunia dengan penghasilannya melebihi 3 juta tan metrik bernilai US\$ 3.6 bilion pada tahun 2004. Menurut statistik dari FAO, penghasilan tilapia adalah ketiga terbesar selepas salmon dan kap (di seluruh dunia). Tilapia adalah spesis akuakultur kedua terpenting dunia, dan komoditi makanan laut ketiga terpenting yang diimport ke AS selepas udang laut dan salmon Atlantik. Akuakultur tilapia akan terus membangun dan mengembang secara global dan persepsinya sebagai produk berkualiti akan terus meningkat (Fitzsimmons, 2003). Sekurang-kurangnya 85 negara telah menghasilkan tilapia, iaitu ikan yang asalnya daripada Afrika dan Timur Tengah serta mempunyai rasa yang agak manis dengan tekstur yang padat. Negara-negara di Asia, Amerika Latin, Afrika dan Timur Tengah adalah antara negara yang dijangka akan meningkatkan penghasilan tilapia dunia di mana apabila digabungkan dengan populasi liar akan mencecah US\$ 4 billion (Cutland, 2003).

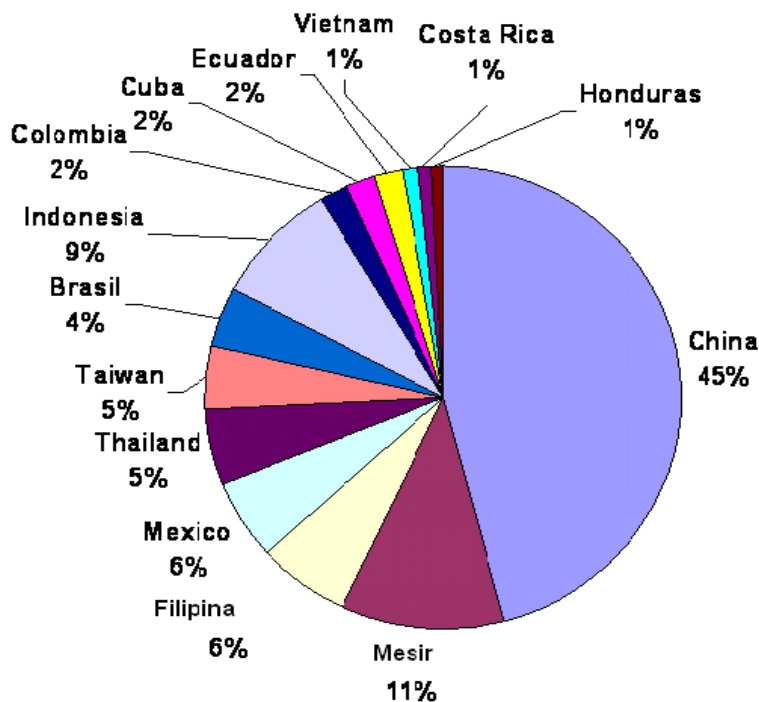
China adalah pengeluar utama dunia. Gabungan China dan Taiwan adalah penyumbang utama tilapia ke Amerika Syarikat. Walau bagaimanapun, kerana penjimatan kos pengangkutan dan perjalanan, negara-negara seperti Amerika Latin

telah mula menguasai pasaran tilapia segar di Amerika Syarikat. Walaupun tilapia terdiri daripada pelbagai spesis, namun, majoriti pengeluar memilih Nile tilapia atau *O. niloticus* kerana mempunyai kadar tumbesaran yang cepat. Selain itu, untuk memenuhi sasaran pasaran eksport kebanyakan pengeluar memilih untuk menternak tilapia jantan memandangkan tilapia jantan mempunyai kadar tumbesaran yang dua kali lebih cepat berbanding tilapia betina (Popma & Masser, 1999).

Selain rintang penyakit dan boleh menyesuaikan diri dalam pelbagai keadaan, tilapia tidak seperti salmon dan kod di mana ia boleh mengambil pelbagai jenis diet. Namun begitu, kebanyakan penternak pada hari ini menggunakan pelet yang terdiri daripada bijirin seperti gandum, jagung atau kacang soya serta mengandungi sedikit minyak ikan atau makanan berasaskan ikan. Tilapia juga boleh membesar dua kali ganda lebih cepat daripada ikan-ikan bersirip yang lain dan membesar daripada telur sehingga kepada saiz pasaran (lebih kurang 2 paun) dalam masa 10 hingga 12 bulan. Keperluan utama dalam penternakan tilapia adalah mengekalkan suhu air pada 28°C (Cutland, 2003).

Rajah 2.2 menunjukkan negara pengeluar utama tilapia dunia. China adalah pengeluar terbesar tilapia dunia diikuti dengan Filipina, Mexico, Thailand, Taiwan, Brazil dan seterusnya Indonesia. Pada tahun 2004, China telah mengeluarkan sebanyak 897,300 tan metrik dan bilangan ini hampir mencecah separuh daripada jumlah pengeluaran tilapia dunia (Fitzsimmons, 2005). Walau bagaimanapun, 80% tilapia yang dihasilkan digunakan oleh penduduk setempat. Tilapia kebanyakannya diternak diladang-ladang seluas satu atau dua ekar yang biasanya diurus diperingkat keluarga untuk diniagakan di pasaran tempatan dan di restoran. Manakala selebihnya pula dieksport ke Amerika Syarikat sama ada dalam bentuk filet atau seekor di mana kedua-duanya disejukbekukan.

Penghasilan Tilapia Dunia iaitu 2,007,087 tan metrik pada tahun 2004



Rajah 2.2 : Pengeluar utama tilapia dunia (Fitzsimmons, 2005)

Jadual 2.1 menunjukkan sepuluh negara teratas dalam penghasilan tilapia yang ditanam. Pada setiap tahun, terdapat enam atau lebih negara Asia yang tersenarai. Bermula pada tahun 1995, terdapat sebahagian negara Amerika Selatan yang turut menjadi penyumbang terbesar tilapia kultur. Sejak tahun 1989 pula didapati, *Peoples Republic of China* (PR China) telah menguasai penghasilan tilapia kultur di peringkat global di mana penghasilannya mencecah 45% daripada jumlah penghasilan dunia pada tahun 2004 (Fitzsimmons, 2005).

Tilapia mula diperkenalkan di Filipina ketika Perang Dunia ke-2, oleh Indonesia dan Jepun. Pada tahun 1970-an, U.S. Peace Corps telah memperluaskan usaha penternakan tilapia dan menyebabkan penghasilan tilapia merebak keseluruhan

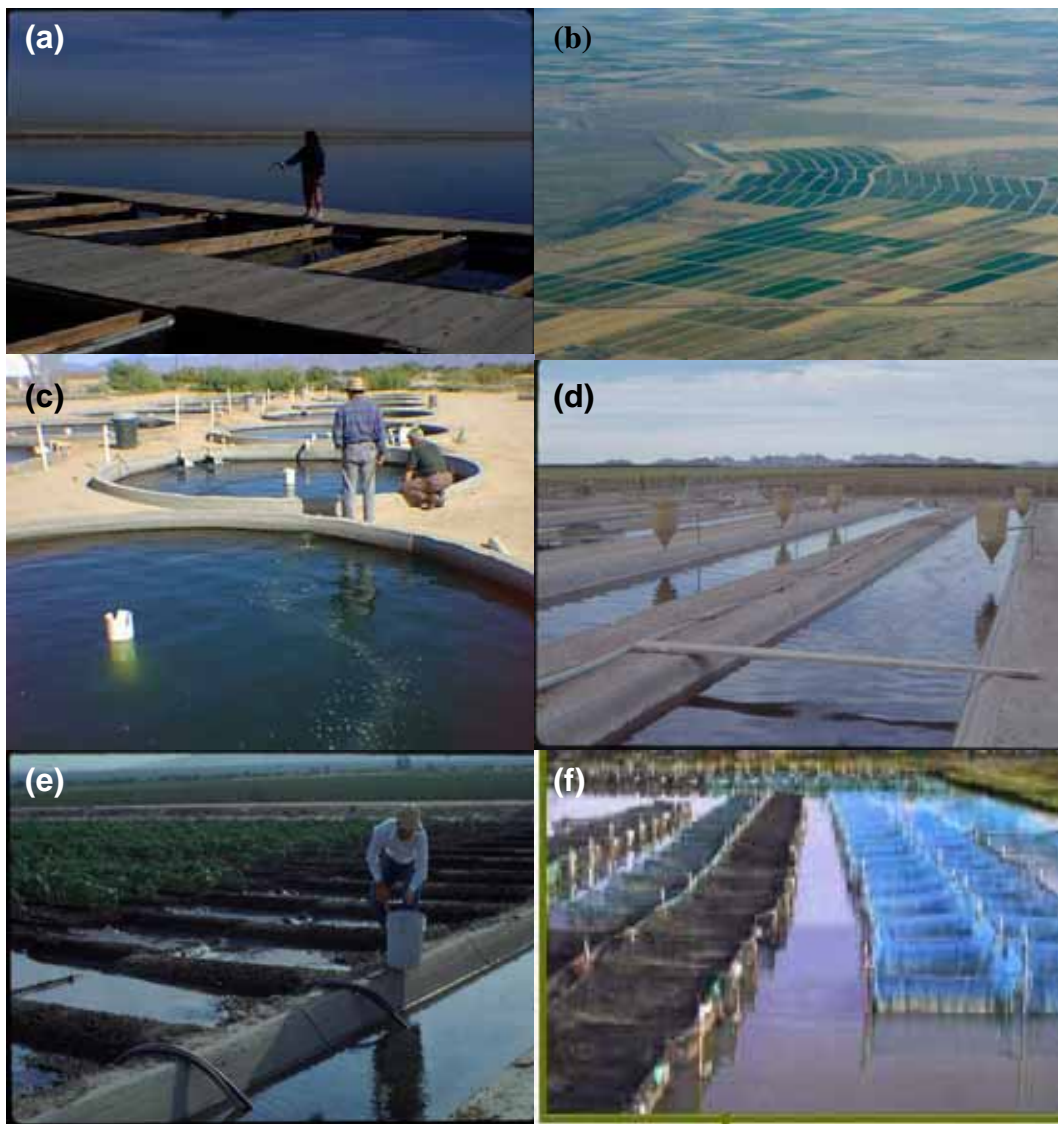
Jadual 2.1 : Sepuluh negara teratas yang mengeluarkan tilapia kultur di dunia, 1970 – 2004 (Fitzsimmons, 2005)

1970		1980		1990		1995		2000		2004	
Negara	Tilapia (tan)	Negara	Tilapia (tan)	Negara	Tilapia (tan)	Negara	Tilapia (tan)	Negara	Tilapia (tan)	Negara	Tilapia (tan)
Taiwan ROC	11,287	Taiwan ROC	33,712	PR China	106,071	PR China	314,903	PR China	629,182	PR China	897,300
PR China	5,828	Indonesia	14,901	Filipina	76,142	Filipina	81,954	Mesir	157,425	Mesir	220,000
Mesir	2,500	Filipina	13,214	Indonesia	53,768	Thailand	76,383	Filipina	92,579	Indonesia	169,310
Nigeria	2,129	PR China	9,000	Taiwan ROC	52,047	Indonesia	74,125	Indonesia	85,179	Filipina	122,277
Thailand	1,732	Mesir	9,000	Mesir	24,916	Taiwan	46,293	Thailand	82,581	Mexico	110,000
Filipina	1,417	Thailand	8,419	Thailand	22,895	Mesir	21,969	Taiwan ROC	49,235	Thailand	100,000
Israel	1,400	Mexico	6,907	Japan	5,825	Columbia	16,057	Brazil	32,459	Taiwan ROC	90,000
Indonesia	1,191	Nigeria	2,952	Mexico	5,000	Brazil	12,014	Columbia	22,870	Brazil	80,000
Hong Kong SAR	450	Israel	2,512	Israel	4,795	Malaysia	8,866	Lao PDR	18,928	Columbia	40,142
Mexico	200	Japan	2,392	Sri Lanka	4,500	USA	6,838	Malaysia	18,471	Cuba	40,142

kepulauan Filipina. Di Filipina, industri tilapia lebih dikenali untuk kerja-kerja ekstensif atau lanjutan seperti teknik pembiakan dan kajian genetik. Tilapia di sini kebanyakannya di gunakan secara domestik iaitu dibeli segar atau diaiskan. Pada tahun 2002, Filipina telah menghasilkan sebanyak 122,277 tan metrik tilapia (Fitzsimmons, 2003) dan tidak berubah sehingga tahun 2004. Filipina mengamalkan kaedah penternakan dalam kolam di mana sesetengahnya menggunakan sangkar jaring. Pada tahun 2004, Mesir telah mengatasi Filipina dan menjadi pengeluar kedua terbesar tilapia dunia. Mesir mengeluarkan sebanyak 220,000 metrik tan tilapia pada tahun tersebut (Fitzsimmons, 2005).

Tilapia mula diperkenalkan di Mexico dalam tahun 1960-an dan 1970-an. Selepas tiga dekad, penghasilan tilapia mula berkembang pesat dan menjadikan Mexico menjadi pengeluar terbesar tilapia di Amerika. Pada tahun 2004, sebanyak 110,000 tan metrik tilapia telah dihasilkan. Kaedah penternakan tilapia dilakukan dalam tangki, sistem perparitan, empangan dan sangkar seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2.3. Tilapia Mexico adalah komoditi ketiga terpenting selepas tuna dan sardin dan ia banyak digunakan oleh penduduk setempat dalam bentuk seekor-seekor dan terdapat di kedai-kedai runcit tempatan. Walau bagaimanapun, ikan-ikan yang telah dibuang kepala dan difiletkan mula banyak digunakan untuk kegunaan industri hiliran (Fitzsimmons, 2005).

Thailand juga seperti China dan Filipina di mana tilapia kebanyakannya dibiakkan di dalam kolam di peringkat keluarga bagi penduduk setempat. Biasanya penternakan polikultur dijalankan bersama padi dan udang. Tilapia mula diperkenalkan di Thailand sekitar tahun 1940-an dan 1950-an, namun mula dihasilkan secara besar-besaran sekitar tahun 1970-an. Tilapia ditenak juga oleh beberapa syarikat besar di Thailand antaranya ialah Charoen Pokphand Group (CP Group) yang juga terlibat



Rajah 2.3 : Sistem pengkulturan tilapia; (a) sangkar, (b) kolam, (c) tangki, (d) perparitan intensif, (e) perparitan ekstensif, (f) hapa (Fitzsimmons, 2003)

menggaji penternak dan pemproses tilapia secara kontrak untuk pasaran antarabangsa. Walaupun hampir 90% tilapia di Thailand digunakan untuk pasaran domestik. Sebahagian besar tilapia yang dieksport adalah untuk pasaran Amerika Syarikat dan sebilangan kecil ke Eropah. Pada tahun 2002, tilapia yang dihasilkan adalah sebanyak 100, 000 tan metrik dan ia biasanya dijual dalam bentuk seekor-sekor atau yang hidup (Fitzsimmons 2003). Satu konsep yang mula wujud di Thailand adalah menjadi pusat penetasan mega di mana membekalkan benih-benih tilapia

kepada para peternak. Pengeluaran tilapia di negara ini tidak berubah pada tahun 2004 (Fitzsimmons, 2005).

Sama seperti China, Taiwan juga salah satu pengeksport utama tilapia sejuk beku ke Amerika Syarikat dan Eropah. Taiwan membekalkan tilapia untuk sektor *sashimi* di Jepun. Pada tahun 2002, Taiwan menghasilkan sebanyak 90,000 tan metrik tilapia (Fitzsimmons, 2003) dan nilai ini tidak berubah pada tahun 2004 (Fitzsimmons, 2005). Pada umumnya, Taiwan mengamalkan sistem penternakan di dalam kolam secara meluas. Namun begitu, isu kualiti produk yang dikaitkan dengan penggunaan karbon monoksida telah menghalang penembusan pasaran tilapia ke lain-lain negara (Fitzsimmons, 2003).

Sementara di Brazil, tilapia mula diperkenalkan disekitar 1950-an di Brazil dan mengalami pertumbuhan yang pesat disebabkan keadaan persekitaran yang sesuai dengan sumber air yang mudah didapati dan permintaan yang meningkat. Ekoran daripada itu, ada sesetengah pihak yang mengatakan bahawa Brazil mampu menggantikan China sebagai pengeluar terbesar tilapia dunia disebabkan sumber air pada suhu yang bersesuaian mudah didapati. Ekoran ini pelaburan untuk pembangunan industri tilapia telah meningkat. Sebanyak 75,000 tan metrik tilapia dihasilkan pada tahun 2002 dengan 50% daripada penghasilannya dijual untuk aktiviti memancing berbayar lebih-lebih lagi di tenggara negara tersebut. Sebahagian lagi tilapia digunakan untuk industri kulit tilapia untuk menghasilkan tali pinggang, dompet dan beg bimbit. Pada tahun 2004, pengeluaran tilapia di negara ini meningkat ke 80,000 tan metrik (Fitzsimmons, 2005).

Di Indonesia pula, kebanyakan pengeluar menternak tilapia dalam kolam-kolam kecil untuk kegunaan setempat. Lebih kurang 75% tilapia adalah untuk kegunaan setempat manakala selebihnya untuk dieksport ke Amerika Syarikat.

Sebuah syarikat pengimport terbesar Amerika Syarikat, Regal Spring, telah menjalankan operasi penternakan tilapia di tasik-tasik di Pulau Jawa dan Sumatra. Pengeluaran tilapia oleh syarikat ini mencecah satu per empat daripada jumlah pengeluaran tilapia di Indonesia. Pada tahun 2002, sebanyak 50,000 tan metrik tilapia telah dihasilkan kebanyakannya dalam bentuk seekor dan filet sejuk beku. Namun, pengeluaran tilapia pada tahun 2004 telah meningkat dengan banyak sehingga mencapai 169,310 tan metrik dan seterusnya menjadikan negara ini pengeluar ketiga terbesar dunia pada tahun tersebut (Fitzsimmons, 2005).

2.1.2 Tilapia di Asia

Tilapia diperkenalkan di Asia di sekitar 1930-an di Indonesia yang asalnya daripada Afrika. Tujuan utama tilapia diperkenalkan di Asia adalah untuk meningkatkan bekalan makanan kepada penduduk miskin luar bandar. Walaupun banyak spesis ikan lain yang diperkenalkan di Asia, namun, pengenalan tilapia telah memberi dua kesan utama. Pertama, tilapia secara signifikan telah meningkatkan bekalan makanan di Asia dan kedua tilapia adalah penyumbang terbesar kepada industri penangkapan ikan air tawar. Penghasilan tilapia telah berupaya menaikkan taraf hidup penduduk miskin luar bandar dengan memberikan kesan sosio-ekonomik yang besar (De Silva *et al.*, 2004).

Menurut De Silva *et al.* (2004), selain menyumbang kepada peningkatan penghasilan ikan untuk pasaran di dalam dan luar negara, tilapia juga boleh bertindak sebagai sumber protein haiwan bagi sektor rakyat termiskin di Asia. Antara kebanyakan spesis-spesis yang diperkenalkan di Asia, hanya *O. mossambicus* dan *O. niloticus* adalah spesis yang paling penting dalam penghasilan dan untuk kajian saintifik. Kini "Tilapia merah" iaitu hasil daripada penghibridan antara *strain* *O. mossambicus* dan *O. niloticus* telah diklasifikasikan sebagai tilapia penting untuk akuakultur di Asia (Welcomme & Vidthayanon, 1999).

Tilapia sangat penting dalam penghasilan perikanan di Asia, sama ada dalam sektor penangkapan ikan air tawar atau akuakultur. Bartley *et al.* (*In press*) telah melaporkan bahawa, sebanyak 1,166,737 tan tilapia dihasilkan oleh beberapa negara ASEAN dan China. Namun begitu, nilai tersebut hanyalah anggaran sahaja kerana banyak negara ASEAN yang menternak tilapia tidak melaporkan kepada FAO jumlah tilapia yang ditenak.

Industri penangkapan ikan air tawar banyak terdapat di negara seperti Sri Lanka, India, Indonesia, Filipina dan Thailand. Industri ini tidak signifikan di negara membangun seperti Malaysia dan Hong Kong. Penternakan tilapia *O. niloticus* di Viet Nam pula banyak terdapat di empangan-empangan di selatan negara itu dan turut memberi sumbangan kepada hasil perikanan (De Silva *et al.*, 2004). *O. niloticus* dan hibrid *O. mossambicus* dan *O. niloticus* adalah spesis predominan di empangan di Sri Lanka (Amarasinghe & De Silva, 1999; De Silva, 2001b). Menurut De Silva (1988), Pet *et al.* (1999) dan De Silva (2001b), Sri Lanka telah dikatakan sebagai salah satu negara perikanan dalam empangan yang paling produktif di dunia dengan jumlah purata penghasilan kira-kira 260 kg/ ha/ tahun (De Silva *et al.*, 2004).

India pula dijangkakan mempunyai 3 juta ha empangan dalam tiga saiz kategori, a) kecil (< 1,000 ha), medium (1,000 hingga 5,000 ha) dan c) besar (>5,000 ha) (Sugunan, 1995). Jumlah penghasilan tilapia di empangan di India adalah lebih rendah dari tempat lain (De Silva, 2001a), seperti yang dapat dilihat di Tamil Nadu di mana penghasilan tilapia adalah dalam julat antara 1.9 hingga 9.0 dan 9.2 hingga 118.6 kg/ ha/ tahun, dalam empangan bersaiz sederhana, di mana masing-masing melebihi 1,000 ha dan di bawah 500 ha (De Silva *et al.*, 2004).

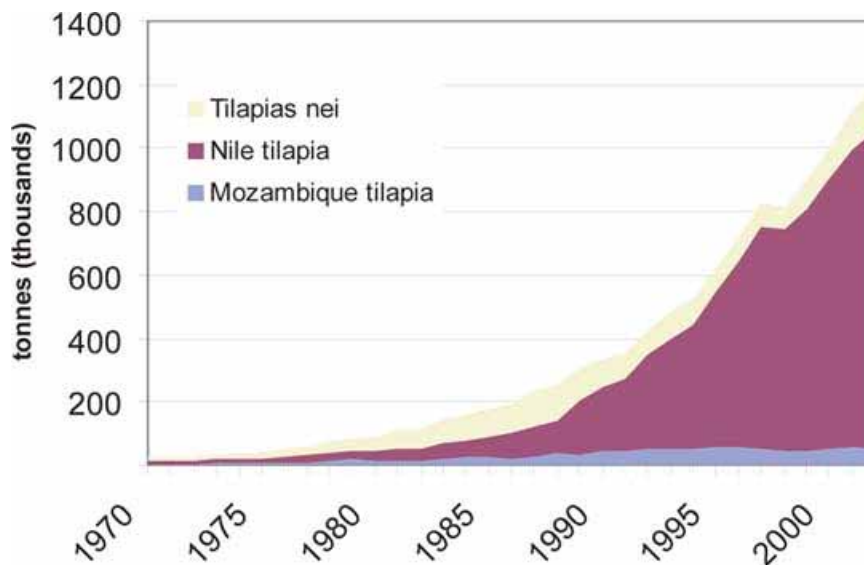
Menurut Fernando (1991), Indonesia adalah salah satu dari dua negara Asia yang telah mengekalkan populasi tilapia di perairan lakustrin (De Silva *et al.*,

2004). Spesies dominan di kebanyakan empangan di Indonesia adalah sama ada *O. mossambicus* atau *O. niloticus*. Oleh kerana *O. niloticus* diperkenalkan di Indonesia pada tahun 1969, berbanding dengan *O. mossambicus* yang diperkenalkan pada tahun 1940-an, maka spesies ini menjadi spesies dominan hanya dalam empangan buatan manusia seperti Jatilnuhur. Namun, *O. mossambicus* menjadi spesies dominan dalam tasik-tasik semulajadi (De Silva *et al.*, 2004).

Tilapia memainkan peranan penting dalam hasil tangkapan ikan air tawar di Filipina. Baluyut (1999) mengatakan bahawa Filipina mempunyai lebih kurang 230,000 ha tasik dan empangan dan hampir kesemuanya mengandungi tilapia (De Silva *et al.*, 2004). *Oreochromis* spp. adalah kumpulan spesies utama dalam industri penangkapan ikan air tawar di Filipina dan kini jumlahnya mencecah lebih kurang 31,000 tan (FAO FishStat, 2004).

Sumbangan oleh setiap empangan di Thailand kepada “Perikanan Empangan Kebangsaan” mempunyai kepelbagaian faedah yang sangat besar. Sama seperti empangan di India, penghasilan ikan di Thailand tidak begitu tinggi. Namun, adalah penting untuk menyatakan bahawa, tilapia bukan spesies dominan dalam empangan-empangan di Thailand dan keadaan ini berlawanan di negara-negara seperti Sri Lanka, Indonesia dan Filipina (De Silva *et al.*, 2004).

O. mossambicus dan *O. niloticus* adalah spesies tilapia yang paling banyak ditenak di seluruh dunia. Hanya empat spesies tilapia yang ditenak di kesemua 15 negara di Asia dan di Pasifik, di mana spesies dominan adalah *O. mossambicus* (lima negara) dan *O. niloticus* (10 negara), dan kini, jumlah penghasilannya hampir mencecah 90% daripada pengeluaran dunia terus meningkat (Rajah 2.4).



Rajah 2.4 : Penghasilan akuakultur tilapia mengikut spesis di Asia dan Pasifik dari tahun 1970 hingga 2002 (De Silva *et al.*, 2004)

Terdapat pelbagai kaedah pengkulturan tilapia di dunia. Malahan tilapia adalah spesis yang mempunyai paling banyak kaedah pengkulturan berbanding spesis-spesis akuakultur yang lain di dunia dan oleh itu kaedah pengkulturan tilapia boleh disesuaikan dengan keadaan ekonomi sesuatu masyarakat. *O. niloticus* contohnya boleh diternak di kolam-kolam di kawasan rumah sebagai sumber pendapatan kepada rakyat miskin dan seterusnya sebagai sumber protein kepada penternak tersebut. *O. niloticus* telah dikulturkan secara relatif dalam air yang berkualiti rendah termasuklah : (a) kolam pemprosesan kumbahan seperti yang dilakukan secara komersial di Calcutta, India (Edwards, 1990; Edwards *et al.*, 1990) dan (b) tempat pengaliran sisa primer dan sekunder yang dirawat seperti yang terdapat di Mesir (Khalil & Hussein, 1997). Setakat ini, tiada terdapat sebarang bukti yang mengatakan bahawa tilapia yang diternak di kawasan-kawasan tersebut boleh menjejaskan kesihatan manusia malah kaedah penternakan ini telah lama dipraktikkan semenjak 1930-an lagi (Nandeesh, 2002).

2.1.3 Tilapia di Malaysia

Ternakan tilapia di Malaysia bermula sejak awal tahun 1950-an di mana *O. mossambicus* dari Indonesia telah diperkenalkan di negara ini. Walau bagaimanapun, spesis ini kurang mendapat perhatian untuk dikomersialkan berbanding *O. niloticus* kerana masalah sifatnya yang mudah membiak walaupun pada peringkat usia yang begitu awal dan seterusnya menyebabkan berlaku masalah kepadatan yang tinggi dalam kolam penternakan. Maka, ini seterusnya menyebabkan terbantutnya tumbesaran tilapia di dalam kolam ternakan.

Minat terhadap ternakan ikan tilapia timbul semula pada pertengahan tahun 1980-an. *O. niloticus* telah diperkenalkan dan diterima oleh para penternak disebabkan kadar tumbesarannya yang cepat dengan warnanya yang menarik berbanding dengan *O. mossambicus*. *O. niloticus* telah dikategorikan sebagai spesis utama ikan ternakan air tawar di bawah DPN3 disebabkan adanya potensi untuk ditenak secara komersial. Sistem ternakannya telah terbukti berjaya dari segi teknikal dan ekonomi.

Dalam tahun 2000, sebanyak 18,277 metrik tan tilapia bernilai RM 95.30 juta telah dihasilkan daripada aktiviti ternakan. Pengeluaran tilapia telah menyumbang 36% daripada pengeluaran ikan air tawar akuakultur atau 10.9% daripada jumlah keseluruhan pengeluaran akuakultur negara. Sistem ternakan yang utama adalah kolam tanah, diikuti dengan sistem sangkar terapung dan tangki konkrit yang dijalankan secara intensif. Dalam tahun 2000, kolam tanah menyumbangkan lebih kurang 11,357 tan metrik (13%), pengeluaran sangkar terapung 2,667 tan metrik (10%), ternakan tangki konkrit menyumbangkan 792 tan metrik (5%) dan sistem ternakan kandang menyumbang 306 tan metrik (2%).

Malaysia mempunyai potensi untuk berkembang dengan baik dalam bidang akuakultur. Di bawah DPN3 (1999 – 2010), kerajaan telah mengenalpasti akuakultur sebagai industri utama dan usaha sedang dijalankan untuk menggalakkan pelaburan. Pengeluaran dalam bidang akuakultur dijangka mencapai 600,000 tan metrik pada tahun 2010 dengan unjuran 90,000 tan metrik adalah tilapia. Antara bidang ternakan yang utama adalah dalam kolam dan sangkar terapung. Spesis utama yang digalakkan secara komersial termasuk tilapia, keli dan kap tempatan. Tilapia adalah spesis ikan air tawar yang cepat membesar dalam pelbagai keadaan persekitaran serta rintang terhadap pelbagai penyakit. Tilapia mempunyai kadar penukaran yang lebih berkesan berbanding kebanyakan spesis yang lain. Melalui kaedah pembiak baik bakaan, kos pengeluaran tilapia dapat dikurangkan dengan berkesan apabila tilapia terpilih dengan sifat-sifat seperti cepat membesar, isi yang banyak dan padat dengan FCR yang lebih efisien dihasilkan.

Terdapat potensi yang besar dalam ternakan tilapia di negara ini khususnya ternakan dalam sangkar di tasik buatan manusia dan empangan air. Jabatan Perikanan Malaysia telah mengenalpasti 15 tasik dan empangan air dengan jumlah keluasan permukaan air sebanyak 87,660 hektar (Jabatan Perikanan Malaysia, 2000). Pada masa yang sama, ternakan tilapia dalam kolam dan tangki konkrit boleh diperkembangkan lagi.

Antara cadangan dan cabaran untuk membangunkan industri tilapia di negara ini adalah penggunaan sepenuhnya empangan dalam penternakan tilapia mengikut daya tampung badan perairan. Antara empangan yang akan digunakan termasuklah Kenyir, Temenggor, Bersia, Batang Ai dan Pergau (Jabatan Perikanan Malaysia, 2000). Rajah 2.5 menunjukkan ternakan tilapia dalam sangkar terapung di Empangan Batang Ai, Sarawak yang digunakan untuk penternakan tilapia dalam sangkar terapung.



Rajah 2.5 : Ternakan tilapia di Empangan Batang Ai, Sarawak (De Silva *et al.*, 2004)

2.1.3.1 GIFT Tilapia

Tilapia adalah sumber protein utama bagi golongan miskin di Thailand oleh kerana harga ikan ini separuh daripada ikan air tawar yang lain seperti keli dan haruan. Tambahan pula, ikan ini didapati boleh ditenak dengan meluas dan boleh mendatangkan keuntungan. Sesetengah kejayaan dalam penternakan tilapia di Asia adalah hasil daripada program pembiakan yang dijalankan oleh World Fish Center. Pada awal tahun 1990-an, World Fish Center telah menghasilkan *strain* baru tilapia melalui teknik pembiakan silang beberapa strain Nile tilapia. Tanpa menggunakan kaedah pengubahsuaian genetik atau pemindahan gen, strain baru telah dihasilkan menggunakan kaedah pembiakan selektif tradisional di bawah program GIFT. Tilapia daripada Afrika mula diperkenalkan di Asia Tenggara dalam tahun 1970-an dan strain GIFT tilapia telah dihasilkan daripada koleksi-koleksi tilapia dari empat negara Afrika dalam akhir 1980-an dan daripada empat koleksi strain yang sedia ada di Filipina (Case Study 4. Genetic Improvement of Farmed Tilapia: Lessons from the GIFT Project, 2005).