

UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

## BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS

JUDUL: ~~KESAN~~ KAJIAN SENSORI KE ATAS KESAN PEMASAKAN SUHU RENDAH DAN MASA LAMA KE ATAS DAGING AYAM.

IJAZAH: IJAZAH SARJANA MUDA SAINS MAKANAN

SESI PENGAJIAN: 2008/2009

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

SULIT

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

TERHAD

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

TIDAK TERHAD

Disahkan oleh

Teng

(TANDATANGAN PENULIS)

(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

- arat Tetap: 765, LALUAN SIMEE 1,PROF. MADYA DR. SHARI'FUDIN ND. SHAARANI

Nama Penyelia

KAMPUNG SIMEE,31450 IPOH, PERAK.tarikh: 20/5/2009Tarikh: 20/5/2009

CATATAN: \* Potong yang tidak berkenaan.

\* Jika tesis ini SULIT atau TERHAD, sila lampirkan 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).



**UMS**  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

KAJIAN SENSORI KE ATAS KESAN PEMASAKAN  
SUHU RENDAH DAN MASA LAMA KE ATAS DAGING  
AYAM

TING KE XIN

PERPUSTAKAAN  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

TESISINI DIKEMUKAKAN UNTUK MEMENUHI  
SYARAT MEMPEROLEHI IJAZAH SARJANA MUDA  
SAINS MAKANAN DENGAN KEPUJIAN TEKNOLOGI  
MAKANAN DAN BIOPROSES

SEKOLAH SAINS MAKANAN DAN PEMAKANAN  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH  
2009



UMS  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

## PENGAKUAN

Saya akui karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan, ringkasan dan rujukan yang tiap-tiap satunya telah saya jelaskan sumbernya.

20 Mei 2009



---

Ting Ke Xin  
HN 2005-2391

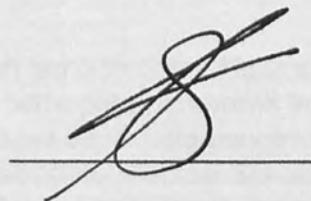


**PERAKUAN PEMERIKSA**

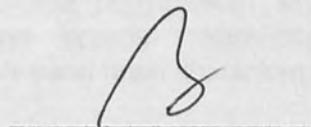
**DIPERAKUKAN OLEH**

Tandatangan

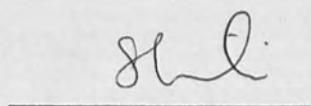
1. PENYELIA  
(PROF. MADYA DR. SHARIFUDIN MD. SHAARANI)



2. PEMERIKSA – 1  
(DR. LEE JAU SHYA)



3. PEMERIKSA – 2  
(PUAN SHALAWATI @ SALWA IBRAHIM)



4. DEKAN  
(PROF. MADYA DR. MOHD. ISMAIL ABDULLAH)



## **PENGHARGAAN**

Setinggi-tinggi penghargaan dan ucapan ribuan terima kasih ditujukan khas kepada Profesor Madya Dr. Sharifudin Md. Shaarani selaku penyelia projek penyelidikan yang telah banyak memberikan bantuan dan nasihat serta tunjuk ajar kepada saya dalam menyempurnakan penyelidikan ini.

Penghargaan juga ingin saya ucapkan kepada Dekan Sekolah Sains Makanan dan Pemakanan, Profesor Madya Dr. Mohd Ismail Abdullah serta para pensyarah lain yang telah banyak memberikan didikan dan ajaran kepada saya sepanjang pengajian saya. Penghargaan juga ditujukan khas kepada pembantu-pembatu makmal Sekolah Sains Makanan dan Pemakanan iaitu Puan Zainab, Puan Marni, Encik Taipin kerana telah banyak memberi pertolongan dan tunjuk ajar semasa penyelidikan saya dijalankan. Ucapan terima kasih juga turut diucapkan kepada rakan-rakan seperjuangan yang telah memberikan bantuan dalam analisis yang telah dijalankan.

Selain itu, saya ingin mengambil kesempatan ini untuk merakamkan penghargaan yang setinggi-tinggi kepada ibu dan ayah saya kerana telah memberi sokongan yang tidak berbelah bagi dan kasih sayang yang mencurah-curah kepada saya.

## **ABSTRAK**

Daging ayam telah dimasak dengan dua cara iaitu dalam ketuhar perolakan dan *water-bath* kepada tiga suhu dalaman yang berlainan ( $60^{\circ}\text{C}$ ,  $65^{\circ}\text{C}$  dan  $70^{\circ}\text{C}$ ) untuk masa yang berbeza (15, 30, 45 dan 60 minit). Kajian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh suhu pemanasan yang rendah dan masa pemanasan yang lama ke atas atribut sensori daging ayam. Atribut sensori dikaji dengan analisis deskriptif kuantitatif. Selain itu, kehilangan memasak dan kandungan kelembapan juga ditentukan untuk kesemua sampel daging ayam yang dimasak. Didapati bahawa kehilangan memasak meningkat dengan meningkatnya suhu dalaman daging dan masa pemanasan. Kandungan kelembapan berkurangan dengan suhu dalaman dan masa pemanasan. Untuk kedua-dua cara memasak, kehilangan memasak dan kandungan kelembapan merupakan dua faktor yang mempengaruhi atribut sensori daging yang dimasak terutamanya kelembutan dan kejusan daging, di mana semakin rendah kehilangan memasak dan semakin tinggi kandungan kelembapan, semakin lembut dan berjus daging tersebut. Daging ayam yang dipanaskan kepada suhu dalaman yang tinggi untuk masa yang lama menghasilkan daging yang keras dan kering. Daging ayam yang dipanaskan kepada suhu dalaman yang rendah ( $60^{\circ}\text{C}$ ) untuk masa yang pendek (15 minit) didapati dapat menghasilkan kualiti memakan yang bagus dari segi kelembutan dan kejusan berbanding dengan kombinasi suhu dan masa yang lain.

## **ABSTRACT**

*Chicken meat was cooked in a convection oven and water bath to three different internal temperatures (60°C, 65°C and 70°C) for four different durations after chicken meat reaching certain internal temperature (15, 30, 45 and 60 minutes). The objective of this study was to investigate the influence of low temperature and long cooking time on sensory attributes of chicken meat. The sensory attributes of cooked chicken meat were analyzed by using quantitative descriptive analysis (QDA). Cooking loss and moisture content were determined for all cooked samples. It was found that cooking loss increased when internal temperature and duration of heating increased; whereas moisture content decreased when there was an increase in internal temperature and heating time. For both cooking methods, cooking loss and moisture content were found to affect sensory attributes especially the tenderness and juiciness of meat, where decreased cooking loss and increased moisture content will produce a more juicy and tender meat. Chicken meat that was cooked to a high internal temperature for a long time resulted in dry and hard meat. Chicken meat that was cooked to a low internal temperature of 60°C for a short duration (15 minutes) was found to have better eating quality in terms of juiciness and tenderness compared to other meat samples with different combinations of internal temperature and cooking time.*

## **SENARAI KANDUNGAN**

	Halaman
<b>TAJUK</b>	i
<b>PENGAKUAN</b>	ii
<b>PERAKUAN PEMERIKSA</b>	iii
<b>PENGHARGAAN</b>	iv
<b>ABSTRAK</b>	v
<b><i>ABSTRACT</i></b>	vi
<b>SENARAI KANDUNGAN</b>	vii
<b>SENARAI RAJAH</b>	x
<b>SENARAI JADUAL</b>	xi
<b>SENARAI SIMBOL DAN SINGKATAN</b>	xii
<b>SENARAI LAMPIRAN</b>	xiii
<b>BAB 1: PENGENALAN</b>	1
1.1    Pendahuluan	1
1.2    Objektif Kajian	6
<b>BAB 2: ULASAN KEPUSTAKAAN</b>	7
2.1    Daging Ayam	7
2.1.1    Definisi	7
2.1.2    Komposisi	8
2.1.3    Struktur Tisu Otot	8
2.2    Kualiti Memakan Daging	9
2.2.1    Warna	10
2.2.2    Kapasiti Pemegangan Air dan Kejusan	11
2.2.3    Tekstur dan Kelembutan	12

2.2.4	Bau dan Rasa	13
2.3	Prinsip-prinsip Memasak	14
2.3.1	Pemindahan Haba	14
2.3.2	Konduksi	15
2.3.3	Perolakan	16
2.3.4	Penyinaran/ Radiasi	17
2.4	Cara Memasak	17
2.4.1	Cara Memasak Haba Kering	17
2.4.2	Cara Memasak Haba Lembapan	18
2.4.3	Cara Memasak Gelombang Mikro	18
2.5	Kesan Haba ke atas Daging	19
2.5.1	Penyahaslian Protein	20
2.5.2	Perubahan Warna	20
2.5.3	Peningkatan Selera Pemakanan	21
2.5.4	Perubahan Kelembapan	21
2.5.5	Kelarutan Lemak	22
2.5.6	Penyahaktifan Enzim Proteolitik	22
2.6	Penilaian Sensori	22
2.6.1	Definisi	22
2.6.2	Atribut-atribut Sensori	23
2.6.3	Atribut Rupa Bentuk	24
2.6.4	Atribut Bau/ Aroma	25
2.6.5	Atribut Kekonsistenan dan Tekstur	25
2.6.6	Atribut Perisa	26
2.7	Analisis Deskriptif Kuantitatif	27
2.7.1	Definisi	27
2.7.2	Pemilihan dan Latihan Ahli Panel	28
2.7.3	Penjanaan Istilah dan Terminologi dalam Analisis Deskriptif Kuantitatif	29

<b>BAB 3: BAHAN DAN KAEADAH</b>	31	
3.1	Sampel Daging Ayam	31
3.2	Pemanasan Daging Ayam dalam Ketuhar Perolakan Biasa	31
3.3	Perebusan Daging Ayam dengan Pemanasan <i>Water-bath</i>	32
3.4	Penentuan Kehilangan Memasak	32
3.5	Penentuan Kandungan Kelembapan	33
3.6	Penentuan Jumlah Kiraan Plat ( <i>Total Plate Count</i> )	34
3.7	Pemilihan Ahli Panel untuk Kajian Sensori	34
3.8	Latihan Ahli Panel untuk Kajian Sensori	35
3.9	Penilaian Sensori	35
3.10	Analisis Statistik	36

<b>BAB 4: HASIL DAN PERBINCANGAN</b>	37	
4.1	Penentuan Suhu Dalaman Daging Ayam	37
4.2	Penentuan Tempoh Masa Pemanasan	39
4.3	Pemanasan Daging Ayam dengan Ketuhar Perolakan	40
4.3.1	Sampel	40
4.3.2	Kehilangan Memasak dan Kandungan Kelembapan	44
4.3.3	Jumlah Kiraan Plat	47
4.3.4	Penilaian Sensori	48

a.	Warna Permukaan	49
b.	Warna Dalaman	50
c.	Perisa Ayam	51
d.	Kekerasan Semasa Gigitan Pertama	52
e.	Kejusan Pemula	53
f.	Kejusan Akhir	54
g.	Kelembutan	55
h.	Masa Pengunyahan	56
4.4	Pemanasan Daging Ayam dengan <i>Water-Bath</i>	57
4.4.1	Sampel	57
4.4.2	Kehilangan Memasak dan Kandungan Kelembapan	57
4.4.3	Jumlah Kiraan Plat	62
4.4.4	Penilaian Sensori	63
a.	Warna Permukaan	63
b.	Warna Dalaman	65
c.	Perisa Ayam	65
d.	Kekerasan Semasa Gigitan Pertama	66
e.	Kejusan Pemula	67
f.	Kejusan Akhir	68
g.	Kelembutan	69
h.	Masa Pengunyahan	69
<b>BAB 5: KESIMPULAN DAN CADANGAN</b>		71
5.1	Kesimpulan	71
5.2	Cadangan	72
<b>RUJUKAN</b>		73
<b>LAMPIRAN</b>		78

## SENARAI RAJAH

	Halaman
Rajah 2.1: (a) Struktur otot; (b) Lapisan tisu penyambung yang berlainan; (c) Serat otot; (d) Miofibril; (e) Miofilamen.	9
Rajah 2.2: Kaitan antara atribut rupa bentuk, bau, tekstur, kekonsistenan dan perisa.	24
Rajah 4.1: Suhu dalaman daging ayam yang dipanaskan dalam ketuhar perolakan.	38
Rajah 4.2: Suhu dalaman daging ayam yang dipanaskan dalam <i>water-bath</i> .	39
Rajah 4.3: Sampel daging yang dipanaskan dalam ketuhar perolakan untuk masa 15, 30, 45, 60 mint selepas sampel mencapai suhu dalaman (a) 60°C, (b) 65°C, dan (c) 70°C.	41
Rajah 4.4: Keratan rentas bagi sampel daging yang dipanaskan dalam ketuhar perolakan untuk masa 15, 30, 45, 60 mint selepas sampel mencapai suhu dalaman (a) 60°C, (b) 65°C, dan (c) 70°C.	42
Rajah 4.5: Kehilangan memasak dan kandungan kelembapan daging ayam yang dimasak pada suhu dalaman yang berbeza untuk masa yang berlainan dalam ketuhar perolakan.	45
Rajah 4.6: Sampel daging yang dipanaskan dalam <i>water-bath</i> untuk masa 15, 30, 45, 60 mint selepas sampel mencapai suhu dalaman (a) 60°C, (b) 65°C, dan (c) 70°C.	58
Rajah 4.7: Keratan rentas bagi sampel daging yang dipanaskan dalam <i>water-bath</i> untuk masa 15, 30, 45, 60 mint selepas sampel mencapai suhu dalaman (a) 60°C, (b) 65°C, dan (c) 70°C.	59
Rajah 4.8: Kehilangan memasak dan kandungan kelembapan daging ayam yang dimasak pada suhu dalaman yang berbeza untuk masa yang berlainan dalam <i>water-bath</i> .	61

## SENARAI JADUAL

	Halaman
Jadual 1.1: Kesan pemanasan daging kepada suhu yang berlainan ke atas protein daging.	2
Jadual 1.2: Tahap kemasakan daging ayam.	2
Jadual 1.3: Suhu dalaman yang dicadangkan untuk pemasakan daging ayam.	3
Jadual 2.1: Kesan-kesan haba ke atas daging.	19
Jadual 2.2: Komponen-komponen tekstur untuk produk makanan.	26
Jadual 4.1: Masa yang diperlukan untuk mencapai suhu dalaman yang tertentu dalam ketuhar perolakan dan <i>water-bath</i> .	40
Jadual 4.2: Kehilangan memasak untuk sampel yang dipanaskan dalam ketuhar perolakan kepada suhu dalaman yang berlainan untuk masa yang berbeza.	86
Jadual 4.3: Kandungan kelembapan untuk sampel yang dipanaskan dalam ketuhar perolakan kepada suhu dalaman yang berlainan untuk masa yang berbeza.	87
Jadual 4.4: Jumlah kiraan plat untuk sampel daging yang dipanaskan dalam ketuhar perolakan kepada suhu dalaman yang berlainan untuk masa yang berbeza.	47
Jadual 4.5: Kesignifikan perbezaan di antara suhu dalaman dan masa pemanasan bagi sampel yang dipanaskan dalam ketuhar perolakan.	49
Jadual 4.6: Kehilangan memasak untuk sampel yang dipanaskan dalam <i>water-bath</i> kepada suhu dalaman yang berlainan untuk masa yang berbeza.	88
Jadual 4.7: Kandungan kelembapan untuk sampel yang dipanaskan dalam <i>water-bath</i> kepada suhu dalaman yang berlainan untuk masa yang berbeza.	89
Jadual 4.8: Jumlah kiraan plat untuk sampel daging yang dipanaskan dalam <i>water-bath</i> pada suhu dalaman dan masa pemanasan yang berbeza.	62
Jadual 4.9: Kesignifikan perbezaan di antara suhu dalaman dan masa pemanasan bagi sampel yang dipanaskan dalam <i>water-bath</i> .	64

## **SENARAI SIMBOL DAN SINGKATAN**

<b>Simbol/Singkatan</b>	<b>Makna</b>
%	Peratus
°C	Darjah Celsius
<	Kurang daripada
USDA-FSIS	United States Department of Agriculture-Food Safety Inspection Service
°F	Darjah Fahrenheit
CFIA	Canadian Food Inspection Agency
IDH	Illinois Department of Health
H <sub>2</sub> S	Hydrogen sulfide
NH <sub>3</sub>	Ammonia
MHz	Megahertz
cm	Sentimeter
IFT	Institute of Food Technologies
cP	Centipoise
g	Gram
mL	Mililiter
PCA	Plate count agar
cfu/g	Colony forming unit per gram
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
ANOVA	Analysis of variance
PCA	Principle component analysis

## SENARAI LAMPIRAN

		Halaman
LAMPIRAN A	Borang Penilaian Sensori: Pengenalan dan Pengenalpastian kepada Rasa Asas	78
LAMPIRAN B	Borang Penilaian Sensori: Ujian Rasa Asas	79
LAMPIRAN C	Borang Penilaian Sensori: Ujian Penyusunan Untuk Rasa Asas Mengikut Intensiti	80
LAMPIRAN D	Borang Penilaian Sensori: Ujian Ambang Rasa	81
LAMPIRAN E	Borang Penilaian Sensori: Pengenalan Dan Pengenalpastian Bau Dan Aroma	82
LAMPIRAN F	Borang Penilaian Sensori: Analisis Deskriptif Kuantitatif	83
LAMPIRAN G	Jadual 4.2: Kehilangan memasak untuk sampel yang dipanaskan dalam ketuhar perolakan kepada suhu dalaman yang berlainan untuk masa yang berbeza.	86
LAMPIRAN H	Jadual 4.3: Kandungan kelembapan untuk sampel yang dipanaskan dalam ketuhar perolakan kepada suhu dalaman yang berlainan untuk masa yang berbeza.	87
LAMPIRAN I	Jadual 4.6: Kehilangan memasak untuk sampel yang dipanaskan dalam <i>water-bath</i> kepada suhu dalaman yang berlainan untuk masa yang berbeza.	88
LAMPIRAN J	Jadual 4.7: Kandungan kelembapan untuk sampel yang dipanaskan dalam <i>water-bath</i> kepada suhu dalaman yang berlainan untuk masa yang berbeza.	89
LAMPIRAN K	Hasil Keluaran ( <i>output</i> ) bagi Ujian Tukey bagi sampel yang dipanaskan kepada suhu dalaman yang berlainan untuk masa yang berbeza dalam ketuhar perolakan	90
LAMPIRAN L	Hasil Keluaran ( <i>output</i> ) bagi Ujian Tukey bagi sampel yang dipanaskan kepada suhu dalaman yang berlainan untuk masa yang berbeza dalam <i>water-bath</i>	94

## BAB 1

### PENGENALAN

#### 1.1 Pendahuluan

Memasak boleh didefinisikan sebagai pemindahan tenaga daripada sumber haba kepada makanan. Tenaga ini dapat mengubah struktur molekul makanan dan akibatnya mengubahkan tekstur, rasa, aroma dan penampilan makanan (Labensky & Hause, 1995). Memasak daging merupakan langkah yang kritikal kerana memasak mempengaruhi hasil, perisa, warna dan tekstur produk akhir (Cheng & Sun, 2004). Memasak ataupun pemprosesan terma yang mencukupi ke atas daging merupakan salah satu titik kawalan genting yang penting dalam menghapuskan mikroorganisma patogenik untuk menjamin keselamatan dan jangka hayat daging (Cheng & Sun, 2004), serta untuk mengelakkan keracunan makanan (Dawson *et al.*, 2006). Pemanasan memainkan peranan yang penting dalam menghasilkan daging yang mempunyai rasa dan tekstur yang menyenangkan (Barham, 2001). Selain itu, daging juga dimasak untuk menjadikannya lebih senang untuk dikunyah dan dicerna kerana protein daging yang telah dinyahaslikan adalah lebih terdedah kepada tindak balas enzim dalam badan manusia (McGee, 1984).

Protein daging yang membentuk 20% daripada berat daging mewakili juzuk utama yang membentuk struktur daging. Protein daging mengalami perubahan yang besar semasa pemanasan, maka mengubah kualiti produk daging (Tornberg, 2005). Penyerasikan protein yang berlaku semasa pemanasan daging adalah akibat daripada pemutusan ikatan-ikatan dalaman (seperti ikatan hidrogen) dan seterusnya menyebabkan bentuk protein berubah dari keadaan semulajadi kepada struktur protein yang terbuka (Barham, 2001; Murano, 2003). Haba semasa pemanasan menyebabkan molekul-molekul protein bergetar, amplitud penggetaran menjadi semakin besar apabila suhu menjadi semakin tinggi. Sekiranya penggetaran adalah cukup kuat, molekul-molekul protein tersebut dapat membebaskan diri daripada ikatan dalaman protein (Barham 2001). Akan tetapi, perubahan struktur protein

tersebut tidak menggendaikan ikatan kovalen dalam protein. Komponen-komponen yang ternyata bersama proses tersebut adalah aktin, miosin dan mioglobin (Murano, 2003).

Pemanasan ke atas daging kepada suhu yang berbeza membawa perubahan yang berbeza kepada protein daging (Jadual 1.1). Dalam proses pemanasan daging, protein daging bermula mengalami proses penyahaslian pada suhu 40°C dan kemudian bergumpal untuk membentuk ketulan yang keras dan bersimpul-simpul pada suhu di atas 50°C. Kedua-dua proses tersebut menyebabkan serat dalam otot daging menjadi keras. Akan tetapi, apabila suhu dalaman daging mencecah 60°C, tisu penyambung dalam daging iaitu kolagen bermula untuk berlembut dan berubah menjadi gelatin dan seterusnya melembutkan daging yang dimasak (Barham, 2001).

Jadual 1.1: Kesan pemanasan daging kepada suhu yang berlainan ke atas protein daging.

Suhu (°C)	Kesan suhu ke atas protein daging
40°C	Protein mula mengalami proses penyahaslian
50°C	Pengumpalan protein untuk membentuk ketulan keras
60°C	Pelembutan tisu penyambung (kolagen) untuk menjadi gelatin

Sumber: Barham (2001)

Tahap kemasakan daging ayam (*degree of doneness of chicken*) yang dicadangkan oleh Joseph (1997) mengatakan bahawa daging ayam yang dimasak kepada suhu dalaman yang berlainan diklasifikasikan kepada tahap kemasakan yang berlainan (Jadual 1.2). Daging ayam yang dimasak kepada suhu dalaman yang kurang daripada 65°C adalah diklasifikasikan sebagai kurang masak; daging ayam yang dimasak kepada suhu dalaman 65°C diklasifikasikan sebagai sederhana masak; manakala daging ayam yang cukup masak adalah daging ayam yang dimasak kepada suhu dalaman 70°C hingga 80°C (Joseph *et al.*, 1997).

Jadual 1.2: Tahap kemasakan daging ayam.

Suhu dalaman (°C)	Tahap kemasakan daging ayam
< 65°C	Kurang masak
65°C	Sederhana masak
70°C hingga 80°C	Cukup masak

Sumber: Joseph *et al.* (1997)

Suhu dalaman yang dicadangkan oleh organisasi yang berlainan untuk pemasakan daging ayam supaya dapat menjamin keselamatan makanan adalah berbeza-beza (Jadual 1.3). *United States Department of Agriculture-Food Safety and Inspection Service* (USDA-FSIS) telah menyediakan peraturan untuk pemasakan daging ayam dalam *Guidelines for Cooked Poultry Rolls and Other Cooked Poultry Products* yang tercatat dalam *Draft Compliance Guidelines for Ready-to-Eat Meat and Poultry Products*. Peraturan yang disediakan mengatakan bahawa daging ayam/ itik yang termasak haruslah mencapai suhu dalaman sekurang-kurangnya 71.1°C (160°F) sebelum dagiang ayam meninggalkan medium pemanasan. Selain itu, *Candian Food Inspection Agency* (CFIA), *Bureau of Food Safety and Consumer Protection Retail Food* pula mengatakan bahawa segala daging ayam/ itik yang masak atau hasil sampingan daging ayam/ itik hendaklah sentiasa bersuhu 60°C (140°F) ataupun ke atas pada kesemua masa. *Illinois Department of Health* (IDH) pula mewajibkan daging ayam/ itik dimasak kepada suhu 73.9°C (165°F) ataupun ke atas untuk sekurang-kurangnya 15 saat (Dawson *et al.*, 2006).

Jadual 1.3: Suhu dalaman yang dicadangkan untuk pemasakan daging ayam.

Organisasi	Suhu dalaman (°C)
USDA-FSIS	71.1
CFIA	60
IDH	73.9

Sumber: Dawson *et al.* (2006)

Kelembutan, kejusan dan perisa daging membentuk ciri-ciri kualiti memakan yang menjadi kriteria utama dalam tanggapan pengguna terhadap kualiti. Kualiti sensori tersebut dipengaruhi oleh keadaan memasak seperti suhu dalaman akhir di mana daging dimasak (Wood *et al.*, 1995). Walaupun kualiti memakan daging hanya memainkan peranannya dalam masa beberapa minit semasa pengunyahan, sensasi organoleptik yang dibangkitkan dapat mempertingkat ataupun melemahkan keberkesanan pencernaan melalui tindak balas refleks ke atas penghasilan jus gastrik dan usus (Lawrie & Ledward, 2006). Oleh itu, analisis profil sensori daging adalah kaedah yang sesuai untuk memperihalkan kualiti memakan daging dalam cara yang objektif (Bejerholm & Aaslyng, 2003).

Semasa pemasakan, pengawalan suhu adalah amat penting untuk menjamin kualiti daging (Cheng & Sun, 2004). Antara kesan yang tidak dapat dielakkan semasa

pemasakan daging adalah kehilangan jus daripada daging. Secara amnya, semakin lama atau semakin tinggi suhu pemasakan, semakin banyak jus akan diperah daripada daging. Jus yang diperah tersebut adalah air, lemak, vitamin dan mineral terlarut (McGee, 1984). Suhu dalaman adalah penting sekiranya kualiti sensori dinilai. Suhu pemasakan yang rendah menghasilkan daging yang lebih lembut dan berjus sekiranya berbanding dengan daging yang dimasak pada suhu yang lebih tinggi (Bejerholm & Aaslyng, 2003). Pemasakan daging kepada suhu dalaman yang tinggi menghasilkan kejusan daging yang rendah tetapi perisa yang tinggi (Prestat *et al.*, 2002; Wood *et al.*, 1995). Selain itu, daging yang dimasak kepada suhu dalaman yang lebih rendah ( $60^{\circ}\text{C}$  berbanding dengan  $80^{\circ}\text{C}$ ) menerima skor yang lebih tinggi dalam kajian tahap kesukaan pengguna. Kejusan, kelembutan, dan ketidakhadiran bau yang tidak menyenangkan (*off odour*) merupakan sifat-sifat kesukaan pengguna terhadap daging (Bryhni *et al.*, 2003).

Kehilangan memasak (*cooking loss*) dan atribut kelembutan meningkat apabila suhu dan masa memasak meningkat (Vasantha *et al.*, 2007). Apabila suhu dalaman pemasakan akhir meningkat, kehilangan memasak juga meningkat manakala kapasiti pemegangan air daging menurun (Joseph *et al.*, 1997; Fitzgerald *et al.*, 1999). Barbanti dan Pasquini (2005) mendapati bahawa kehilangan memasak adalah lebih berhubungkait dengan masa pemasakan, manakala kelembutan daging adalah lebih berhubungkait dengan suhu pemasakan. Kajian-kajian terhadap kesan pemasakan suhu rendah dan/ atau masa memasak lama ke atas kualiti sensori adalah bertujuan untuk mengkaji kombinasi suhu dan masa yang optimum untuk mempertingkat kelembutan daging dan mengurangkan kehilangan memasak, di samping mengekalkan perisa daging.

Terdapat banyak kajian telah dilakukan ke atas kesan cara memasak dan suhu memasak dalaman akhir ke atas kualiti daging terutamanya ke atas daging lembu dan daging yang lain. Bagaimanapun, pengetahuan ke atas kesan rawatan pemanasan yang berlainan terhadap daging ayam adalah masih terbatas. Memandangkan daging ayam merupakan sumber protein yang utama dalam gizi rakyat Malaysia, kajian untuk memahami kesan suhu pemanasan yang rendah dan masa pemanasan yang lama ke atas daging ayam adalah amat diperlukan. Atribut-atribut sensori dikaji untuk menyelidik bagaimanakah suhu dan masa memasak dapat mempengaruhi sifat sensori dan kualiti memakan daging ayam. Kefahaman

terhadap atribut yang berlainan bergantung kepada suhu dan masa memasak yang berlainan dapat dipertingkat untuk menghasilkan hidangan daging ayam yang lebih dapat diterima oleh orang ramai, dengan mencadangkan parameter pemasakan yang optimum.

Kajian-kajian yang telah dijalankan mendedahkan daging kepada suhu pemanasan yang lebih tinggi sehingga mencapai suhu dalaman akhir yang diingini sebelum daging dikeluarkan daripada medium memasak. Kajian ini mendedahkan daging ayam kepada suhu pemasakan yang lebih rendah dan dikekalkan pada suhu dalaman yang rendah untuk masa yang panjang. Suhu pemanasan yang rendah dapat menyahasikan protein dalam daging di samping memasak daging ayam, tanpa meninggalkan kesan kehilangan kejusan dan kelembutan yang keterlaluan.

Atribut-atribut sensori daging ayam yang dimasak dengan suhu dan masa yang berlainan dikaji dengan menggunakan analisis deskriptif kuantitatif dan ahli panel terlatih. Analisis deskriptif kuantitatif dapat memperihalkan atribut-atribut sensori dalam bentuk kuantitatif dan menunjukkan pengaruh cara memasak, suhu memasak dan masa memasak terhadap sifat sensori daging ayam. Penilaian oleh ahli panel terhadap daging ayam dapat menghasilkan data berangka untuk membentuk hubungan spesifik antara sifat-sifat daging dengan persepsi ahli panel (Murano, 2003). Teknik memasak yang berbeza memberi rangsangan sensori yang berbeza. Pemanasan dalam ketuhar perolakan biasa (*convection oven*) dan perebusan dengan *water-bath* merupakan cara memasak yang biasa diamalkan untuk pemasakan daging ayam. Kedua-dua teknik pemasakan digunakan untuk mengkaji sifat sensori daging ayam yang dimasak pada suhu rendah untuk masa lama.

## **1.2 Objektif Kajian**

Kajian sensori ke atas cara memasak suhu rendah dan masa lama ke atas daging ayam mempunyai tiga objektif kajian seperti berikut:

1. Mengkaji kesan pemanasan daging ayam pada suhu rendah dan masa lama ke atas atribut-atribut sensori dengan menggunakan Analisis Deskriptif Kuantitatif.
2. Mengkaji kesan perebusan daging ayam pada suhu rendah dan masa lama ke atas atribut-atribut sensori dengan menggunakan Analisis Deskriptif Kuantitatif.
3. Menentukan kombinasi masa dan suhu yang menghasilkan daging ayam yang paling baik untuk pemasakan daging ayam.

## BAB 2

### ULASAN KEPUSTAKAAN

#### 2.1 Daging Ayam

##### 2.1.1 Definisi

Secara amnya, daging didefinisikan sebagai isi binatang yang digunakan sebagai makanan (Lawrie & Ledward, 2006). Daging merupakan komponen yang boleh dimakan yang berasal daripada mamalia yang hidup seperti ternakan peliharaan lembu, babi, biri-biri, kambing, ayam, itik, serta hidupan liar seperti rusa, arnab, dan ikan. Selain didefinisi sebagai otot, definisi daging juga merangkumi organ-organ seperti jantung, hati, ginjal, otak, dan tisu yang boleh dimakan (lebih dikenali sebagai daging pelbagai) (Kauffman, 2001; Lawrie & Ledward, 2006).

Daging adalah tisu yang tidak terangkum dalam karkas binatang dan membawa komposisi kira-kira satu per empat hingga tiga per empat daripada berat binatang hidup. Selain daripada kulit, komposisi karkas binatang terdiri daripada tiga bahagian yang utama iaitu otot, lemak dan tulang. Otot merupakan bahagian yang paling penting antara ketiga-tiga bahagian tersebut dan memberi berat yang paling banyak dan seringkali dianggap sebagai daging (Kauffman, 2001). Daging merupakan suatu sumber protein yang berkualiti tinggi dan bernilai dari segi rasa dan tekstur selepas daging ayam dimasak. Selain itu, daging ayam juga membekalkan pelbagai jenis vitamin B, besi, magnesium dan mineral-mineral yang lain (Murano, 2003).

Ayam itik (*poultry*) merupakan terma kolektif untuk burung ternakan peliharaan yang dibiakkan untuk tujuan mendapatkan dagingnya seperti ayam, itik, angsa, ayam belanda, dan sebagainya (Brown, 2004). Ayam (*Fr. poulet*) merupakan antara ayam itik yang paling banyak dimakan di seluruh dunia (Labensky & Hause, 1995). Daging daripada ayam itik (ayam, ayam belanda, itik, dan sebagainya) adalah diklasifikasikan sebagai daging putih (Murano, 2003).

### **2.1.2 Komposisi**

Daging memainkan peranan yang penting dalam gizi yang seimbang dan sihat kerana kehadiran vitamin, mineral dan unsur sirih yang bernilai dalam daging (Feiner, 2006). Daging ayam mengandungi komposisi protein yang lebih tinggi manakala kandungan lemak dan kolesterol dalam daging ayam adalah lebih rendah sekiranya berbanding dengan daging merah (Murano, 2003). Protein merupakan blok pembinaan yang penting dalam struktur otot (Barbut, 2002).

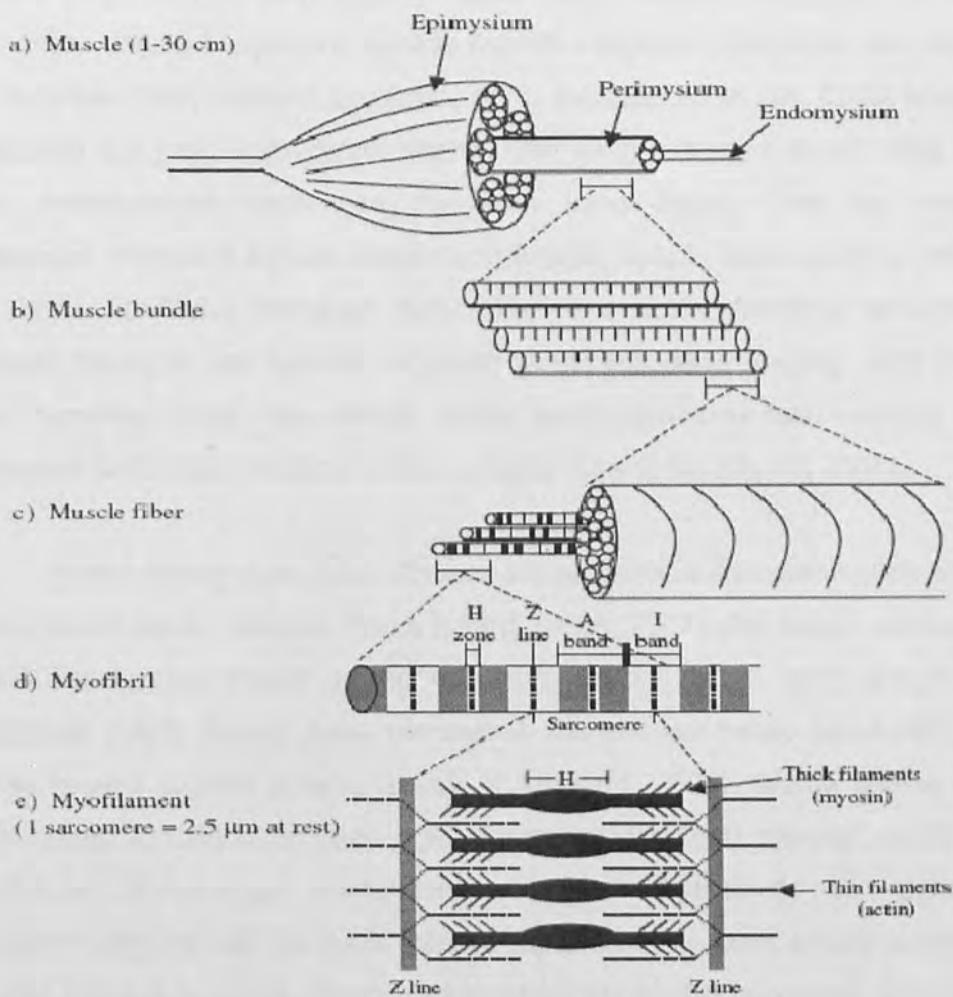
Secara puratanya, otot daging ayam mengandungi 1% abu (diwakili oleh elemen-elemen kalium, fosforus, natrium klorida, magnesium, kalsium dan besi), 7% lemak, 20% protein, dan 72% kandungan lembapan (Labensky & Hause, 1995). Kandungan lemak dalam otot daging yang berbeza bergantung kepada jenis daging. Sesetengah otot daging seperti daging lembu mengandungi kandungan lemak sebanyak 15%, manakala kandungan lemak dalam daging ayam adalah hanya 3% (Murano, 2003). Walau bagaimanapun, nisbah protein kepada kandungan lembapan adalah lebih kurang 0.3 dan nilai tersebut adalah agak malar untuk otot yang matang (Kauffman, 2001).

### **2.1.3 Struktur Tisu Otot**

Otot terdiri daripada banyak berkas otot (*muscle bundles*) yang ditutupi oleh *epimysium*. Setiap berkas otot dipisahkan oleh tisu penyambung yang dikenali sebagai *perimysium*. Akhir sekali, serabut otot dalam berkas otot dikelilingi oleh tisu penyambung yang ketiga yang bernama *endomysium* (Barbut, 2002). Serat-serat otot tersebut disambung oleh tisu penyambung yang bertanggungjawab untuk memegang serat otot bersama dan juga kepada tulang. Tisu penyambung adalah bersifat liat dan kuat supaya dapat memindahkan beban dari otot kepada tulang dengan sempurna. Oleh itu, otot yang mengandungi kandungan tisu penyambung yang banyak akan menghasilkan daging yang keras (Barham, 2001).

Unit asas tisu otot adalah sel otot atau serat otot yang dikelilingi oleh bahan sitoplasma yang dikenali sebagai sarkoplasma (Murano, 2003). Serat otot terdiri daripada unit-unit yang dikenali sebagai fibril otot atau miofibril. Miofibril tersebut mengandungi protein mengecut yang tersusun dalam kumpulan yang tertentu. Susunan yang terbentuk adalah dalam kumpulan filamen tebal dan filamen nipis.

Protein filamen tebal dikenali sebagai miosin manakala protein filamen nipis adalah aktin. Oleh itu, otot adalah kumpulan serat otot yang dipegang bersama-sama oleh tisu penyambung (Murano, 2003). Rajah 2.1 menunjukkan struktur dan organisasi otot rangka.



Rajah 2.1: (a) Struktur otot; (b) Lapisan tisu penyambung yang berlainan; (c) Serat otot; (d) Miofibril; (e) Miofilamen.

Sumber: Barbut (2002)

## 2.2 Kualiti Memakan Daging

Nilai daging adalah bergantung kepada tahap penerimaan pengguna. Kepuasan yang diterbitkan daripada pemakanan daging pula bergantung kepada respon psikologi dan sensori yang berbeza-beza antara individu yang berlainan (Aberle *et al.*, 2001). Antara atribut-atribut kualiti memakan, warna, kapasiti pemegangan air, dan bau daging dapat dirasai sebelum dan selepas memasak dan membekalkan sensasi yang

lebih lama untuk atribut yang lain seperti kejusan, tekstur, kelembutan, rasa dan kebanyakan bau semasa pengunyahan daging (Lawrie & Ledward, 2006).

### 2.2.1 Warna

Pigmen yang menyumbang kepada warna daging adalah mioglobin. Penampilan permukaan daging bergantung kepada kuantiti mioglobin yang hadir dan juga jenis dan keadaan kimia molekul mioglobin, serta keadaan kimia dan fizikal komponen-komponen lain yang hadir dalam daging. Otot yang menjalani aktiviti yang banyak akan menghasilkan kandungan mioglobin yang tinggi. Oleh itu, perbezaan kandungan mioglobin banyak bergantung kepada spesis, baka, jantina, jenis otot, dan latihan terhadap ternakan. Selain itu, jenis nutrisi binatang ternakan juga memberi kesan ke atas kuantiti mioglobin yang hadir dalam daging. Jenis makanan yang bertahap tinggi dan rendah dalam kandungan besi menyumbang kepada perbezaan kandungan mioglobin dalam daging (Lawrie & Ledward, 2006).

Warna daging ayam telah dimasak adalah berbeza dari warna putih hingga ke warna merah jambu ataupun warna perang (Anon, 2008). Perubahan warna kepada warna keperangan dalam daging termasak adalah atribut yang diingini dalam penentuan kualiti daging. Suhu pemasakan menentukan tahap penukaran pigmen merah kepada pigmen perang (Lawrie & Ledward, 2006). Warna daging menjadi lebih terang apabila dipanaskan atau dimasak dan mudah menjadi warna perang kekelabuan. Penerangan warna tersebut adalah disebabkan oleh peningkatan pantulan yang berhasil daripada cahaya yang tertabur oleh proses penyiaslian protein. Perubahan warna adalah hasil daripada perubahan mioglobin. Sebatian yang menyumbang kepada warna perang-kelabu adalah hemikroma globin (*globin hemichrome*) dan hemokroma globin (*globin hemochrome*) (Young & West, 2001).

Selain itu, warna perang yang terbentuk semasa pemasakan daging juga disebabkan oleh pengkaramelan karbohidrat dan tindak balas Maillard yang melibatkan gula dengan asid amino. Asid amino merupakan kandungan utama dalam daging manakala gula penurun dihasilkan semasa tindak balas amilolisis *post-mortem*. Tindak balas Maillard tersebut menentukan tahap pemerangan dalam daging terutamanya dalam daging yang mengandungi kandungan mioglobin yang rendah (Lawrie & Ledward, 2006).

## RUJUKAN

- Aaslyng, M.D., Bejerholm, C., Ertbjerg, P., Bertram, H.C. & Andersen, H.J. 2003. Cooking loss and juiciness of pork in relation to raw meat quality and cooking procedure. *Food Quality and Preference*. **14**: 277-288.
- Aberle, E.D., Forrest, J.C., Gerrard, D.E., Mills, E.W., Hedrick, H.B., Judge, M.D. & Merkel, R.A. 2001. *Principles of Meat Science* (4<sup>th</sup> edition). Iowa: Kendall/Hunt Publishing Company.
- Akta. 2008. *Food Act 1983 (Act 281) & Regulations*. Kuala Lumpur: International Law Book Services.
- Aminah Abdullah. 2000. *Prinsip Penilaian Sensori*. Bangi: Penerbit Universiti Kebangsaan Malaysia.
- Anon. 2008. The Colour of Meat and Poultry,  
[http://www.fsis.usda.gov/Factsheets/Color\\_of\\_Meat\\_&\\_Poultry/index.asp](http://www.fsis.usda.gov/Factsheets/Color_of_Meat_&_Poultry/index.asp).
- Barbanti, D. & Pasquini, M. 2005. Influence of cooking conditions on cooking loss and tenderness of raw and marinated chicken breast meat. *Food Quality and Preference*. **38**: 895-901.
- Barbera, S. & Tassone, S. 2006. Meat cooking shrinkage: Measurement of a new meat quality parameter. *Meat Science*. **73**: 467-474.
- Barbut, S. 2002. *Poultry Product Processing: An Industry Guide*. Boca Raton: CRC Press LLC.
- Barham, P. 2001. *The Science of Cooking*. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag.
- Bejerholm, C. & Aaslyng, M.D. 2003. The influence of cooking technique and core temperature on results of a sensory analysis of pork – depending on the raw meat quality. *Food Quality and Preference*. **15**: 19-30.
- Bowers, J., Craig, J., Kropf, D.H. & Tucker, T. 1987. Flavor, color, and other characteristics of beef *longissimus* muscle heated to seven internal temperatures between 55 and 85°C. *Journal of Food Science*. **52**: 533-536.

Brown, A. 2004. *Understanding Food Principles and Preparation* (2<sup>nd</sup> edition). Belmont: Wadsworth/ Thomson Learning.

Bryhni, E.A., Bryne, D.V., Rødbotten, M., Møller, S., Claudi-Magnussen, C., Karlsson, A., Agerhem, H., Johansson, M. & Martens, M. 2003. Consumer and sensory investigations in relation to physical/ chemical aspects of cooked pork in Scandinavia. *Meat Science*. **65**: 737-748.

Buck, E.M., Hickey, A.M. & Rosenau, J. 2006. Low-temperature air oven vs a water bath for the preparation of rare beef. *Journal of Food Science*. **44**(2): 1602-1605.

Cheng, Q. & Sun D.W. 2004. Quality of pork ham as affected by locations within sample, cooking methods and storage. *Journal of Food Engineering*. **65**: 551-556.

Dawson, P.L., Mangalassary, S. & Sheldon, B.W. 2006. Thermal Processing of Poultry Products. *Dalam Sun, D.W. (ed). Thermal Food Processing: New Technologies and Quality Issues*. Boca Raton: Tylor & Francis Group., hlm. 197-213.

De Santos, F., Rojas, M., Lockhorn, G. & Brewer, M. S. 2007. Effect of carbon monoxide in modified atmosphere packaging, storage time and endpoint cooking temperature on the internal color of enhanced pork. *Meat Science*. **77**: 520-528.

Feiner, G. 2006. *Meat Products Handbook: Practical Science and Technology*. Cambridge: Woodhead Publishing Limited.

Fitzgerald, D.R., Thompson, L.D., Miller, M.F. & Hoover, L.C. Cooking temperature, bird type, and muscle origin effects on sensory properties of broiled emu steaks. *Journal of Food Science*. **64** (1): 167-170.

Ford, A.L. & Park, R.J. 1980. Odours and Flavours in Meat. *Dalam Lawrie, R. (ed.). Developments in Meat Science -1*. London: Applied Science Publishers Ltd., hlm. 219-248.

García-Segovia, P., Andrés-Bello, A. & Martínez-Monzó, J. 2007. Effect of cooking method on mechanical properties, color and structure of beef muscle (*M. pectoralis*). *Journal of Food Engineering*. **80**: 813-821.

- Heymann, H., Hedrick, H.B., Karrasch, M.A., Eggeman, M.K. & Ellersieck, M.R. 1990. Sensory and chemical characteristics of fresh pork roast cooked to different centre temperatures. *Journal of Food Science*. **55**: 613-617.
- Joseph, J.K., Awosanya, B., Adeniran, A.T. & Otagba, U.M. 1997. The effects of end-point internal cooking temperatures on the meat quality attributes of selected Nigerian poultry meats. *Food Quality and Preference*. **8** (1): 57-61.
- Kauffman, R.G. 2001. Meat Composition. Dalam Hui, Y.H., Nip, W.K., Rogers, R.W. & Young, O.A. (eds). *Meat Science and Applications*. New York: Marcel Dekker, Inc., hlm. 1-17.
- Kirk, R.S. & Sawyer, R. 1991. *Pearson's Composition and Analysis of Foods*. Singapore: Longman Scientific & Technical.
- Labensky, S.R. & Hause, A.M. 1995. *On Cooking: A Textbook of Culinary Fundamentals* (3<sup>rd</sup> edition). New Jersey: Pearson Education, Inc.
- Larmond, E. 1977. *Laboratory Methods for Sensory Evaluation of Food*. Ottawa: Publication 1637.
- Lawrie, R.A. & Ledward, D.A. 2006. *Lawrie's Meat Science* (7<sup>th</sup> edition). Cambridge: Woodhead Publishing Limited.
- Lopetcharat, K. & McDaniel, M. 2005. Sensory Analysis of Foods. Dalam Otles, S. (ed.). *Methods of Analysis of Food Components and Additives*. Boca Raton: Tylor & Francis Group, LLC.
- McGee, H. 1984. *On Food and Cooking: The Science and Lore of the Kitchen*. New York: Scribner.
- Meilgaard, M., Civille, G.V. & Carr, B.T. 1999. *Sensory Evaluation Techniques* (3<sup>rd</sup> edition). Boca Raton: CRC Press LLC.
- Murano, P.S. 2003. *Understanding Food Science and Technology*. Belmont: Wadsworth/ Thomson Learning, Inc.
- Powell, T.H., Dikeman, M.E. & Hunt, M.C. 2000. Tenderness and collagen composition of beef *semitendinosus* roasts cooked by conventional convective cooking and modeled, multi-stage, convective cooking. *Meat Science*. **55**: 421-425.

Prestat, C., Jensen, J., McKeith, F.K. & Brewer, M.S. 2002. Cooking method and endpoint temperature effects on sensory and colour characteristics of pumped pork loin chops. *Meat Science*. **60**: 395-400.

Shahidi, F. 1994. Flavor of Meat and Meat Products – An Overview. Dalam Shahidi, F (ed.). *Flavour of Meat and Meat Products*. Glasgow: Blackie Academic & Professional., hlm. 1-3.

Shi, H. & Ho, C.T. 1994. The Flavour of Poultry Meat. Dalam Shahidi, F (ed.). *Flavour of Meat and Meat Products*. Glasgow: Blackie Academic & Professional., hlm. 52-70.

Stigter, J.D., Scheerlinck, N., Nicolaï, B. & Van Impe, J.F. 2001. Optimal heating strategies for a convection oven. *Journal of Food Engineering*. **48**: 335-344.

Teoh, P.T. 2007. *Kesan suhu pemanasan ketuhar konveksi biasa dan kesan masa pemanasan letuhar gelombang mikro ke atas sensori daging ayam*. Sekolah Sains Makanan dan Pemakanan. Kota Kinabalu: Universiti Malaysia Sabah.

Thippareddi, H. & Sanchez, M. 2006. Thermal Processing of Meat Products. Dalam Sun, D.W. (ed). *Thermal Food Processing: New Technologies and Quality Issues*. Boca Raton: Tylor & Francis Group., hlm. 155-196.

Tornberg, E. 2005. Effects of heat on meat proteins – Implications on structure and quality of meat products. *Meat Science*. **70**: 493-508.

Varnam, A.H. & Sutherland, J.P. 1995. *Meat and Meat Products: Technology, Chemistry and Microbiology*. London: Chapman & Hall.

Vasanthi, C., Venkataramanujam, V. & Dushyanthan, K. 2007. Effect of cooking temperature and time on the physico-chemical, histological and sensory properties of female carabeef (buffalo) meat. *Meat Science*. **76**: 274-280.

Vittani, E., Rinaldi, M., Chiavaro, E., Barbanti, D. & Massini, R. 2005. The effect of different convection cooking methods on the instrumental quality and yield of pork *Longissimus dorsi*. *Meat Science*. **69**: 749-765.

Verboven, P., Scheerlinck, N., Baerdemaeker, J.D. & Nicolaï, B.M. 2000. Computational fluid dynamics modeling and validation of the temperature distribution in a forced convection oven. *Journal of Food engineering*. **43**: 61-73.

Wang, L. & Sun, D.W. 2006. Heat and Mass Transfer in Thermal Food Processing.  
*Dalam Sun, D.W. (ed). Thermal Food Processing: New Technologies and Quality Issues.* Boca Raton: Tylor & Francis Group., hlm. 35-71.

Wood, J.D., Nute, G.R., Fursey, G.A.J. & Cuthbertson, A. 1995. The effect of cooking conditions on the eating quality of pork. *Meat Science*. **40**: 127-135.

Young, O.A. & West, J. 2001. Meat Color. *Dalam Hui, Y.H., Nip, W.K., Rogers, R.W. & Young, O.A. (eds). Meat Science and Applications.* New York: Marcel Dekker, Inc.