

**KESAN ENZIM-ENZIM PROTEASE DALAM
BENTUK LATEKS MENTAH DARIPADA
BEBERAPA VARIETI BUAH BETIK KE
ATAS DAGING AYAM PENELUR TUA**

CHENG XUE CHIN

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

**SEKOLAH SAINS MAKANAN DAN PEMAKANAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH
2011**

PENGAKUAN

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

Xue Chin .

18 April 2011

Cheng Xue Chin

BN07110150



UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS

JUDUL: KESAN ENZIM-ENZIM PROTEASE DALAM BENTUK LATEKS MENTAH DARIPADA BEBERAPA VARIETI BUAH BETIK KE ATAS DAGING AYAM PENELUR TUA
 IJAZAH: SARJANA MUDA SAINS MAKANAN DENGAN KEPUJIAN (TEKNOLOGI MAKANAN DAN BIOPROSES)

SESI PENGAJIAN: 2007/2008

Saya CHENG XUE CHIN

(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 (/)

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

SULIT

TERHAD

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

TIDAK TERHAD

Disahkan oleh

Xue Chin -

(TANDATANGAN PENULIS)



(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

Alamat Tetap: 51, LORONG IDAMAN 1/3,
TAMAN IDAMAN, 14100 SIMPANG
AMPAT, PULAU PINANG.

Dr. Mohd Rosni Sulaiman

Nama Penyelia

Tarikh: 8 Jun 2011

Tarikh: 8 Jun 2011

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

PENGESAHAN

NAMA : **CHENG XUE CHIN**

NO MATRIKS : **BN07110150**

TAJUK : **KESAN ENZIM-ENZIM PROTEASE DALAM BENTUK
LATEKS MENTAH DARIPADA BEBERAPA VARIETI
BUAH BETIK KE ATAS DAGING AYAM PENELUR TUA**

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

TARIKH VIVA : **23 MEI 2011**

DISAHKAN OLEH

TANDATANGAN

1. **PENYELIA**
Dr. Mohd Rosni Sulaiman



2. **PEMERIKSA 1**
Prof. Madya Dr. Sharifudin Md. Shaarani



3. **PEMERIKSA 2**
Mansoor Abd Hamid



4. **DEKAN**
Prof. Madya Dr. Sharifudin Md. Shaarani



PENGHARGAAN

Pertama sekali, saya ingin menunjukkan penuh kesyukuran dan penghargaan kepada penyelia saya, Dr. Mohd Rosni Sulaiman daripada Sekolah Sains Makanan dan Pemakanan, Universiti Malaysia Sabah yang telah menasihati, membimbing dan menyelia saya sepanjang setahun yang lepas. Galakan yang berterusan daripada beliau telah mendorong saya dalam menyiapkan kajian ini.

Seterusnya, saya ingin merakamkan setinggi-tinggi penghargaan kepada Dekan, staf-staf dan pembantu-pembantu makmal Sekolah Sains Makanan dan Pemakanan yang telah berusaha memberikan bantuan kepada saya sepanjang penghasilan tesis ini. Di samping itu, ribuan terima kasih turut diucapkan kepada ahli-ahli panel yang sudi melibatkan diri mereka dalam ujian penilaian sensori yang telah dijalankan dalam kajian ini.

Akhir sekali, penghargaan saya turut dikirimkan kepada semua yang telah membantu saya secara langsung dan tidak langsung dalam proses penghasilan tesis ini dalam tempoh masa yang ditetapkan.

Sekian, terima kasih.

Cheng Xue Chin

18 April 2011



ABSTRAK

Daging ayam penelur tua biasanya adalah berkualiti sensori rendah dan dijual pada harga yang rendah, walaupun ia merupakan sumber protein yang baik. Objektif-objektif utama kajian ini adalah untuk menentukan varieti betik terbaik daripada tiga varieti buah betik *Carica sp.* sebagai sumber enzim-enzim protease dalam bentuk lateks mentah serta menentukan kesan kombinasi suhu dan masa pemerapan lateks betik terpilih ke atas sensori daging ayam penelur tua yang terbaik. Untuk peringkat pertama, tiga sampel daging paha yang masing-masing diperap dengan lateks mentah ketiga-tiga varieti buah betik pada 4°C selama 4 jam serta satu sampel daging kawalan disediakan untuk penilaian sensori dan pengukuran tekstur. Untuk peringkat kedua, enam sampel daging paha yang masing-masing diperap dengan lateks mentah betik Eksotika pada kombinasi suhu (4°C dan $27.2 \pm 0.1^\circ\text{C}$) dan masa (1, 2 dan 3 jam) serta satu sampel daging kawalan disediakan untuk penilaian sensori dan pengukuran tekstur. Daging yang diperap dengan lateks betik Eksotika telah menerima skor sensori yang memuaskan untuk atribut-atribut yang dinilai. Nilai daya ricihan Warner-Bratzler yang diterima oleh daging yang diperap dengan lateks betik Eksotika adalah lebih rendah secara signifikan ($p<0.05$) daripada sampel daging kawalan. Manakala daging yang diperap dengan lateks mentah betik Eksotika pada 4°C selama 2 jam turut telah menerima skor sensori yang memuaskan untuk atribut-atribut yang dinilai. Nilai daya ricihannya adalah $7.59 \pm 0.71\text{kg}$ (mentah) dan $7.50 \pm 0.96\text{kg}$ (panggang). Secara kesimpulan, betik Eksotika dipilih sebagai sumber enzim-enzim protease dalam bentuk lateks mentah bagi pemerapan daging ayam penelur tua pada 4°C selama 2 jam untuk mencapai kesan sensori ayam penelur tua yang terbaik.



ABSTRACT

THE EFFECT OF PROTEASE ENZYMES IN THE FORM OF RAW LATEX FROM DIFFERENT VARIETIES OF PAPAYA ON SPENT HEN MEAT

*Spent hen meat is normally of low sensory quality and sold at lower price, however it is a good source of protein. The main objectives of the study were to determine the best papaya variety from the three varieties of *Carica* sp. for the source of raw latex-based protease enzymes and to determine the best combination of marination temperature and time using papaya latex on the sensory effect of spent hen meat. At the first stage, three thigh meat samples marinated respectively with latex from the three papaya varieties at 4°C for 4 hours and a control sample were subjected to sensory evaluations and texture measurement. At the second stage, six thigh meat samples marinated respectively with Exotica papaya's latex at temperature (4°C and 27.2 ± 0.1°C) and time (1, 2 and 3 hours) and a control sample were subjected to sensory evaluations and texture measurements. Meat treated with Exotica papaya's latex received good sensory scores for the assessed sensory attributes. Warner-Bratzler shear force values of meat sample treated with Exotica papaya's latex was significantly higher ($p<0.05$) than the control sample. While, meat treated with Exotica papaya's latex at 4°C for 2 hours also received good sensory scores for the assessed sensory attributes. Shear force values recorded were 7.59 ± 0.71kg (raw) and 7.50 ± 0.96kg (cooked). In conclusion, Exotica papaya was chosen for the source of raw latex-based protease enzymes and the marination of spent hen meat at 4°C for 2 hours was chosen as the best in terms of its sensory attributes.*



SENARAI KANDUNGAN

Muka Surat

TAJUK	i
PENGAKUAN	ii
PENGESAHAN	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
SENARAI KANDUNGAN	
SENARAI JADUAL	vii
SENARAI RAJAH	viii
SENARAI SIMBOL, UNIT DAN SINGKATAN	x
SENARAI LAMPIRAN	xi
BAB 1: PENDAHULUAN	1
1.1 Deskripsi Ayam Penelur Tua	1
1.1.1 Definisi dan Jenis Ayam Penelur Tua	1
1.1.2 Ciri-ciri Sensori dan Nilai Ekonomi Ayam Penelur Tua	1
1.2 Kegunaan Buah Betik dalam Industri Daging	1
1.3 Rasional Kajian	2
1.4 Hipotesis dan Objektif-objektif Kajian	2
BAB 2: ULASAN KEPUSTAKAAN	3
2.1 Deskripsi Tumbuhan Betik	3
2.1.1 Taksonomi, Asalan dan Taburan Tumbuhan Betik	3
2.1.2 Deskripsi Buah Betik	3
2.1.3 Varieti dan Ciri-ciri Buah Betik	4
2.2 Lateks Buah Betik	5
2.3 Kaedah Penentuan Aktiviti Enzim	8
2.4 Enzim Papain Separa Tulin	10
2.4.1 Enzim Papain	10
2.4.2 Enzim Kimopapain	12
2.4.3 Enzim Glisil Endopeptidase	14



2.4.4	Enzim Caricain	16
2.5	Kaedah Perlakuan Enzim ke atas Daging	17
2.6	Daging Paha Ayam Penelur Tua	18
2.6.1	Struktur Tisu Otot	18
2.6.2	Struktur Protein Otot dan Tekstur Daging	19
2.6.3	Faktor Post-Mortem ke atas Kualiti Daging	19
2.7	Tindakbalas antara Enzim Papain dan Daging	21
2.8	Kaedah Pengukuran Tekstur Daging	21
BAB 3:	BAHAN DAN KAEADAH	23
3.1	Bahan-bahan	23
3.2	Reka Bentuk Eksperimen	25
3.2.1	Peringkat Pertama	25
3.2.2	Peringkat Kedua	26
3.3	Pengekstrakan Lateks daripada Betik	26
3.4	Penentuan Aktiviti Enzim Lateks Mentah	27
3.5	Perlakuan Enzim ke atas Daging Ayam Penelur Tua	28
3.6	Penilaian Sensori dan Pengukuran Tekstur	29
3.7	Analisis Data	30
BAB 4:	KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN	31
4.1	Penilaian Aktiviti Enzim Lateks Mentah	31
4.2	Penilaian Sensori Peringkat Pertama	32
4.2.1	Atribut Rupa	32
4.2.2	Atribut Aroma	34
4.2.3	Atribut Kelembutan	34
4.2.4	Atribut Kejusran	35
4.2.5	Atribut Rasa	36
4.2.6	Atribut Kepahitan	37
4.2.7	Penerimaan Keseluruhan	38
4.3	Pengukuran Tekstur Peringkat Pertama	39
4.4	Hubungan antara Aktiviti Enzim, Atribut Kelembutan dalam Penilaian Sensori Peringkat Pertama dan Daya Ricikan Warner-Bratzler dalam Pengukuran Tekstur Peringkat Pertama	44
4.5	Penentuan Varieti Betik Terbaik sebagai Sumber Enzim-enzim Protease dalam bentuk Lateks Mentah bagi Pemerapan Daging Ayam Penelur Tua	46
4.6	Penilaian Sensori Peringkat Kedua	46
4.6.1	Atribut Rupa	48
4.6.2	Atribut Aroma	48
4.6.3	Atribut Kelembutan	49



4.6.4	Atribut Kejusan	50
4.6.5	Atribut Rasa	51
4.6.6	Atribut Kepahitan	52
4.6.7	Penerimaan Keseluruhan	53
4.7	Pengukuran Tekstur Peringkat Kedua	54
4.8	Hubungan antara Atribut Kelembutan dalam Penilaian Sensori Peringkat Kedua dan Daya Ricihan Warner-Bratzler dalam Pengukuran Tekstur Peringkat Kedua	56
BAB 5: KESIMPULAN DAN CADANGAN		60
5.1	Kesimpulan	60
5.2	Cadangan	61
RUJUKAN		62
LAMPIRAN		68



SENARAI JADUAL

	Muka Surat	
Jadual 2.1	Indeks kematangan buah betik Eksotika	6
Jadual 2.2	Indeks kematangan buah betik Panjang	7
Jadual 3.1	Bahan kimia yang digunakan dalam kajian	23
Jadual 3.2	Radas-radas yang digunakan dalam kajian	24
Jadual 4.1	Perbandingan nilai min dan sisihan piawai bagi aktiviti enzim di antara lateks mentah dalam ketiga-tiga varieti betik ($n = 3$).	31
Jadual 4.2	Perbandingan nilai min dan sisihan piawai bagi atribut-atribut di antara keempat-empat sampel daging ayam penelur tua termasuk tiga sampel yang telah diperap dengan lateks mentah daripada tiga varieti betik dan satu sampel kawalan yang tidak diperap.	33
Jadual 4.3	Perbandingan nilai min dan sisihan piawai bagi daya ricihan Warner-Bratzler (kg) di antara keempat-empat sampel daging ayam penelur tua termasuk tiga sampel yang telah diperap dengan lateks mentah daripada tiga varieti betik dan satu sampel kawalan yang tidak diperap sebelum dan selepas pemanggangan.	40
Jadual 4.4	Perbandingan nilai min dan sisihan piawai bagi atribut-atribut di antara ketujuh-tujuh sampel daging ayam penelur tua termasuk enam sampel yang telah diperap dengan lateks mentah betik Eksotika pada kombinasi suhu dan masa yang berlainan serta satu sampel kawalan yang tidak diperap.	47



SENARAI RAJAH

	Muka Surat	
Rajah 2.1	Lipatan polipeptida dalam enzim Papain	11
Rajah 2.2	Struktur hablur enzim Kimopapain pada resolusi 1.7 Å	13
Rajah 2.3	Struktur hablur enzim Glisil Endopeptidase pada Resolusi 2.10 Å	15
Rajah 3.1	Reka bentuk eksperimen untuk peringkat pertama	25
Rajah 3.2	Reka bentuk eksperimen untuk peringkat kedua	26
Rajah 4.1	Pandangan tegak kepingan daging paha ayam penelur tua mentah yang bersegi empat tepat dan berkeratan rentas 1cm ² untuk pengukuran tekstur.	41
Rajah 4.2	Pandangan sisi kepingan daging paha ayam penelur tua mentah yang bersegi empat tepat dan berkeratan rentas 1cm ² untuk pengukuran tekstur.	41
Rajah 4.3	Operasi pengukuran tekstur dengan menggunakan Penganalisis Tekstur TA-XT Plus.	42
Rajah 4.4	Pandangan tegak kepingan daging paha ayam penelur tua panggang yang bersegi empat tepat dan berkeratan rentas 1cm ² untuk pengukuran tekstur.	42
Rajah 4.5	Pandangan sisi kepingan daging paha ayam penelur tua panggang yang bersegi empat tepat dan berkeratan rentas 1cm ² untuk pengukuran tekstur.	43
Rajah 4.6	Hubungan antara aktiviti enzim bagi lateks mentah ketiga-tiga varieti betik, nilai min skor atribut kelembutan dalam penilaian sensori peringkat pertama dan daya ricihan Warner-Bratzler dalam pengukuran tekstur peringkat pertama.	45
Rajah 4.7	Nilai min dan sisihan piawai daya ricihan Warner-Bratzler (kg) ketujuh-tujuh sampel daging melawan masa perlakuan lateks betik Eksotika ke atas daging ayam penelur tua mentah (jam).	55



Rajah 4.8	Nilai min dan sisihan piawai daya ricihan maksimum (kg) ketujuh-tujuh sampel daging melawan masa perlakuan lateks betik Eksotika ke atas daging ayam penelur tua panggang (jam).	55
Rajah 4.9	Hubungan antara nilai min skor atribut kelembutan dalam penilaian sensori peringkat kedua dan daya ricihan Warner-Bratzler dalam pengukuran tekstur peringkat kedua.	57

SENARAI SIMBOL, UNIT DAN SINGKATAN

Å	Armstrong
ATP	Adenosina Trifosfat
Da	Dalton
EDTA	Asid Etilena Diamina Tetraasetik
IUBMB	<i>International Union of Biochemistry and Molecular Biology</i>
N	Newton
NC-IUBMB	<i>Nomenclature Committee of the International Union of Biochemistry and Molecular Biology</i>
TCA	Asid Trikloroasetik
Ib	Paun

SENARAI LAMPIRAN

	Muka Surat	
Lampiran A	Jadual Pengukuran Suhu Bilik	68
Lampiran B	Borang Ujian Penilaian Sensori Peringkat Pertama	69
Lampiran C	Borang Ujian Penilaian Sensori Peringkat Pertama	73
Lampiran D	Hasil Aktiviti Enzim Lateks Mentah	79
Lampiran E	Keputusan Penilaian Sensori Peringkat Pertama	80
Lampiran F	Keputusan Pengukuran Tekstur Peringkat Pertama	87
Lampiran G	Keputusan Penilaian Sensori Peringkat Kedua	89
Lampiran H	Keputusan Pengukuran Tekstur Peringkat Kedua	96



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Deskripsi Ayam Penelur Tua

1.1.1 Definisi dan Jenis Ayam Penelur Tua

Secara umumnya, kebanyakannya ayam betina yang telah melengkapkan kitaran penghasilan telur dalam 1 tahun dirujukkan dan dipasarkan sebagai ayam penelur tua (Haque *et al.*, 1991; Jin *et al.*, 2007). Jenis ayam penelur tua yang digunakan dalam kajian ini ialah ayam penelur *Lohmann Race*.

1.1.2 Ciri-ciri Sensori dan Nilai Ekonomi Ayam Penelur Tua

Biasanya, daging ayam penelur tua mempunyai atribut-atribut kualiti yang rendah, dengan itu, harganya adalah lebih rendah (Vaithianathan *et al.*, 2008). Walaupun ayam penelur tua merupakan sumber protein yang baik, daging ayam penelur tua adalah sangat keras oleh sebab kandungan kolagennya yang lebih tinggi berbanding dengan ayam pedaging (Contreras-Castillo *et al.*, 2008). Pada 2 dekad yang lalu, industri penternakan di Korea telah menghadapi masalah pelupusan ayam penelur tua oleh sebab konsumen-konsumen daging di Korea tidak memakan daging ayam penelur tua selama itu (Jin *et al.*, 2007).

1.2 Kegunaan Buah Betik dalam Industri Daging

Lateks buah betik muda dapat ditoreh untuk mendapatkan enzim proteolitik seperti papain (Ong, 2004). Namun begitu, kultivar-kultivar betik menunjukkan kadar hasil enzim papain yang berbeza (Hui *et al.*, 2006). Dalam kajian ini, tiga jenis varieti buah betik *Carica sp.* tempatan, iaitu betik Panjang, betik Eksotika dan betik Waimanalo Solo dijalankan pengekstrakan untuk mendapatkan lateks betik.

Enzim papain telah digunakan secara meluas sebagai pelembut daging dan aplikasi-aplikasi yang lain (Nitsawang *et al.*, 2006). Seperti yang diuraikan oleh Gerelt *et al.* (2000), antara enzim-enzim (0.1% papain and 1% proteinase



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

daripada *Aspergillus sojae* dan *Aspergillus oryzae* masing-masing) yang diuji dalam eksperimen (pengukuran tekstur), aktiviti pelembutan enzim papain adalah paling baik. Seperti yang dilaporkan oleh Wrick (1995), jangkaan pengguna terhadap daging adalah ia sepatutnya sihat, kaya dengan protein, lembut dan rasa tipikal. Maka, aplikasi lateks betik yang mengandungi pelbagai enzim termasuk enzim papain ke atas daging ayam penelur tua membawa potensi yang besar untuk meningkatkan ciri-ciri sensorinya yang kurang memuaskan dan meningkatkan nilai pasaran ayam penelur tua.

1.3 Rasional Kajian

Dengan adanya keputusan kajian ini tentang varieti buah betik, suhu dan masa pemerapan lateks betik yang dapat membawa kesan sensori yang paling baik ke atas daging ayam penelur tua, lateks betik dapat dihasilkan dan dikomersialkan di pasaran (terutamanya untuk penggunaan industri penternakan dan rumah tangga) bagi kemudahan pengubahsuaian sensori daging dan meningkatkan nilai ekonomi ayam penelur tua.

1.4 Hipotesis dan Objektif-objektif Kajian

Kajian ini dijalankan untuk membuktikan hipotesis sama ada terdapatnya perbezaan signifikan antara kesan sensori pada daging ayam penelur tua yang diperapkan dengan lateks betik dan daging ayam penelur tua yang tidak diperapkan lateks betik. Objektif-objektif kajian ini dijalankan adalah seperti berikut:

1. Menentukan varieti betik terbaik daripada tiga varieti buah betik *Carica sp.* sebagai sumber enzim-enzim protease dalam bentuk lateks mentah bagi kegunaan pengubahsuaian kesan sensori yang terbaik ke atas daging ayam penelur tua.
2. Menentukan kesan kombinasi suhu dan masa pemerapan lateks betik ke atas sensori daging ayam penelur tua yang terbaik.



BAB 2

ULASAN KEPUSTAKAAN

2.1 Deskripsi Tumbuhan Betik

2.1.1 Taksonomi, Asalan dan Taburan Tumbuhan Betik

Pokok Betik, *Carica papaya* merupakan pokok kecil dalam famili *Caricaceae* yang berherba (berkayu lembut sukulen) dan biasanya tidak bercabang. *Caricaceae* adalah dikelaskan dalam order *Brassicales* (kadang-kala dinamakan sebagai *Capparales*) yang menyifatkan ciri-ciri glukoksida minyak biji sawi (atau dinamakan glukosinolat) (Jorgensen, 1995; Rodman *et al.*, 1998; Olson, 2002; OECD, 2006).

Walaupun kawasan asal buah betik yang sebenar tidak jelas, tetapi buah betik dipercayai berasal daripada Amerika Tropika, mungkin di selatan Mexico dan Amerika Tengah berjiran. Kini, betik menjadi sejenis buah yang biasa di hampir semua kawasan tropika *Old World* dan Kepulauan Pasifik serta menjadi kebiasaan di banyak kawasan. Pengeluaran komersial yang berjaya hari ini adalah terutamanya di Hawaii, Afrika Tropika, Filipina, India, Ceylon, Malaysia dan Australia (Morton, 1987).

2.1.2 Deskripsi Buah Betik

Secara umumnya, buah betik adalah merupai tembikai, berbentuk daripada bujur kepada hampir bulat, berbentuk belantan yang telah dipanjangkan, berpanjang 15 – 50cm, bertebal 10 – 20cm dan mempunyai berat 9kg. Kulit buah betik adalah seperti berlilin, nipis dan agak keras. Apabila buah betik berwarna hijau dan keras, ia adalah kaya dengan lateks putih. Apabila buah betik masak, ia akan menjadi kekuningan muda atau tua pada kulitnya dan dinding tebal isi sukulen akan menjadi aromatik, kuning, jingga atau pelbagai warna salmon atau merah (Morton, 1987).

Pada masa itu, ia adalah berjus, manis dan berbau seperti tembikai wangi (*cantaloupe*), namun beberapa jenis buah betik berbau kesturi. Banyak benih kecil

yang berbentuk lada hitam dan berpanjang kira-kira 5mm serta disalutkan dengan aril bergelatin yang lutsinar terlekat pada tisu-tisu bergentian yang lembut dan putih (Morton, 1987).

2.1.3 Varieti dan Ciri-ciri Buah Betik

Tiga jenis buah betik tananam tempatan yang digunakan dalam kajian ini serta ciri-cirinya adalah seperti berikut:

a. Eksotika

Betik Eksotika ialah hasil kacukan secara berulang-ulang di antara jenis luar negeri (*Sunrise Solo*) dengan jenis tempatan Subang 6. Betik Eksotika merupakan varieti yang berpotensi dalam pasaran dengan hasil kacukan yang berjaya ini. Buah betik yang dihasilkan akan mengambil masa selama 4 - 5 bulan untuk mencapai kematangan.

Semua pokok betik eksotika akan menghasilkan buah jantina (juga dikenali sebagai hermofrodit) dan buah betina. Buah jantina adalah panjang, berbentuk pir, mempunyai bahagian pangkal yang kecil dan ia semakin besar semasa menirus ke bahagian hujung. Akan tetapi, buah betina adalah berbentuk bulat. Berat sebiji buah adalah di antara 600 – 800gm dan ia mempunyai kandungan gula yang tinggi, iaitu 14 - 15 TSS. Isinya adalah tebal, berwarna samar kemerahan, berrongga ovari yang kecil, berbau wangi dan lazat (Lembaga Pemasaran Pertanian Persekutuan, 2008).

b. Panjang

Betik Panjang juga dikenali sebagai Betik Sekaki atau Betik Hong Kong (Lembaga Pemasaran Pertanian Persekutuan, 2008). Betik Panjang merupakan varieti kedua popular di Malaysia selepas varieti Betik Eksotika. Ia merupakan varieti pendebungaan silang dan hasil pengeluar yang popular (160 - 170tan/ ha/ tahun) dengan berat buahnya yang sederhana, iaitu 1.5 – 2.0kg. Penanaman buah betik Panjang mudah diurus oleh sebab kerintangannya terhadap penyakit daun. Betik Panjang berkulit licin, berwarna sekata serta bebas daripada bintik-bintik. Ia mengandungi isi

yang merah dan pejal dengan kandungan gulanya yang agak rendah, iaitu 10° Briks atau lebih rendah daripada 10° Briks (Sunarjono dan Anis, 2003).

c. Waimanalo

Betik Waimanalo adalah dinamakan sebagai 'Solo Line 77'. Betik Waimanalo dipilih pada tahun 1960 dan dikeluarkan oleh Hawaii Agricultural Experiment Station pada tahun 1968 dan seterusnya menggantikan 'Line 8 Solo' di Oahu dalam pasaran buah-buahan segar oleh sebab keteguhan dan kualitinya. Betik Waimanalo mempunyai hayat penyimpanan yang panjang serta disyorkan untuk jualan segar dan pemprosesan. Petani-petani hanya menanam tumbuh-tumbuhan betik yang dwiseks kerana rupa buah betik yang dihasilkan oleh tumbuh-tumbuhan betina adalah terlalu kasar (Morton, 1987).

Pokok betik Waimanalo berbuah pada kedudukan yang lebih rendah berbanding dengan betik Solo yang lain. Betik Waimanalo merupakan buah betik bulat yang berleher pendek serta mempunyai berat purata di antara 600 dan 700g. Ia mempunyai kulit yang licin, kilat dan tanpa bintik-bintik, rongga yang berbentuk bintang, isi yang tebal, teguh, berwarna kuning kejinggaan, beraroma dan berkualiti tinggi. Kandungan gula yang terkandung dalam betik Waimanalo adalah sebanyak 14 – 17% (Jain dan Priyadharsan, 2009).

2.2 Lateks Buah Betik

Papain mentah adalah diekstrak dan ditulenkan daripada lateks buah betik yang ditorehkan daripada buah betik betina yang hijau dan belum matang (indeks kematangan 1 seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 2.1 dan Jadual 2.2) yang menghasilkan kuantiti lateks yang maksimum (Texeira da Silva *et al.*, 2007; Chaiwut *et al.*, 2007; Whitaker *et al.*, 2003). Secara umumnya, buah betik betina berupaya untuk menghasilkan lebih banyak enzim papain berbanding dengan buah betik jantan (hermafrodit) (Texeira da Silva *et al.*, 2007).

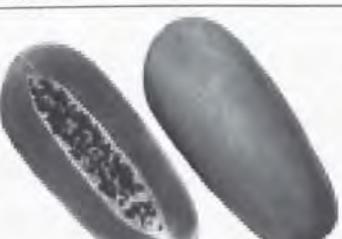
Jadual 2.1: Indeks kematangan buah betik Eksotika

Indeks Kematangan	Keadaan Buah
 Indeks 1	Belum matang. Seluruh permukaan kulit berwarna hijau sepenuhnya. Belum matang dan tidak akan masak dengan sempurna. Sesuai untuk pembuatan jeruk dan dijadikan sayur.
 Indeks 2	Buah matang. Permukaan kulit berwarna hijau dengan sedikit tompok kekuningan. Sesuai untuk pasaran eksport terutama melalui pengangkutan laut.
 Indeks 3	Permukaan kulit berwarna hijau melebihi permukaan yang berwarna kuning. Sesuai untuk pasaran eksport terutama melalui pengangkutan udara.
 Indeks 4	Masak. Permukaan kulit berwarna kuning melebihi permukaan yang berwarna hijau. Buah telah masak dan hanya sesuai untuk pasaran tempatan.
 Indeks 5	Seluruh permukaan kulit berwarna kuning dengan sedikit tompok hijau. Buah telah masak dan sesuai untuk pasaran tempatan. Peringkat terbaik untuk dimakan segar.

 Indeks 6	Terlalu masak. Keseluruhan permukaan kulit berwarna kuning hingga kuning oren. Buah terlalu lanum. Masih boleh dimakan tetapi tidak boleh disimpan lama.
---	--

Sumber: FAMA (2006)

Jadual 2.2: Indeks kematangan buah betik Panjang

Indeks Kematangan	Keadaan Buah
 Indeks 1	Belum matang. Seluruh permukaan kulit berwarna hijau sepenuhnya. Belum matang dan tidak akan masak dengan sempurna. Sesuai untuk pembuatan jeruk dan dijadikan sayur.
 Indeks 2	Buah matang. Permukaan kulit berwarna hijau dengan sedikit tompok kekuningan. Sesuai untuk pasaran eksport terutama melalui pengangkutan laut.
 Indeks 3	Permukaan kulit berwarna hijau melebihi permukaan yang berwarna kuning. Sesuai untuk pasaran eksport terutama melalui pengangkutan udara.
 Indeks 4	Masak. Permukaan kulit berwarna kuning melebihi permukaan yang berwarna hijau. Buah telah masak dan hanya sesuai untuk pasaran tempatan.

 Indeks 5	Seluruh permukaan kulit berwarna kuning dengan sedikit tompok hijau. Buah telah masak dan sesuai untuk pasaran tempatan. Peringkat terbaik untuk dimakan segar.
 Indeks 6	Terlalu masak. Keseluruhan permukaan kulit berwarna kuning hingga kuning oren. Buah terlalu lanum. Masih boleh dimakan tetapi tidak boleh disimpan lama.

Sumber: FAMA (2006)

Protease lateks dalam buah betik terdiri daripada 4 protease sisteina yang menyumbang kepada 69 – 89% daripada jumlah protein: iaitu kurang daripada 10% papain, 26 – 30% kimopapain, 23 – 28% glisil endoprotease dan 14 – 26% caricain (Barrett *et al.*, 1998; Chaiwut *et al.*, 2007). Secara komersial, protease dalam lateks kering buah betik *Carica sp.* dikenali sebagai papain mentah. Keempat-empat enzim protease ini mengandungi berat molekul pada kira-kira 23kDa. Aktiviti-aktiviti proteolitik keempat-empat enzim protease ini adalah diaktifkan dengan penambahan agen penurun yang berkuantiti kecil seperti sisteina serta agen *chelating* seperti EDTA (Chaiwut *et al.*, 2007). Tambahan pula, enzim protease daripada bahagian buah betik adalah berbeza daripada enzim protease daripada bahagian bukan buah (Chaiwut *et al.*, 2007) seperti daun dan batang tumbuhan betik.

2.3 Kaedah Penentuan Aktiviti Enzim

Aktiviti enzim protease adalah ditentukan sama ada ia menghidrolisiskan ikatan-ikatan peptida dalam sesuatu protein. Penentuan aktiviti enzim-enzim proteolitik telah dijalankan dengan pelbagai kaedah, iaitu kaedah Hidrolisis Kasein, kaedah Penggumpalan Susu serta kaedah Warna Fenol (Whitaker *et al.*, 2003).

Kaedah Hidrolisis Kasein menentukan aktiviti enzim protease dengan menggunakan kasein. Secara prinsipnya, enzim-enzim proteolitik akan menghidrolisiskan substrat protein dengan penghasilan pelbagai produk degradasi, iaitu asid amino-asid amino. Dengan menggunakan kasein sebagai substrat, salah satu asid amino yang dihasilkan semasa hidrolisis adalah L-Tirosina. L-Tirosina menyerap dengan kuat pada 280nm serta kepekatan Tirosina yang berfungsi sebagai ketumpatan optik adalah mengikut rumus Beer. Satu Unit Pencernaan Kasein adalah kuantiti enzim yang akan membebaskan 1 µg tirosina selepas pencernaan selama 1 minit pada 37°C daripada larutan substrat kasein piawai pada pH 7.0 (Dapeau, 1976).

Sebagai prinsip, kaedah Penggumpalan Susu adalah berasaskan hidrolisis proteolitik ke atas substrat susu timbal pada 40°C. Aktiviti enzim adalah berkaitan dengan masa yang dikehendaki untuk menggumpal 25ml substrat. Aktiviti enzim adalah sentiasa dibandingkan dengan enzim piawai. Enzim piawai ini dapat menghapuskan kebolehubahan susu substrat daripada kelompok ke kelompok serta hari ke hari (Balls dan Hoover, 1937).

Kaedah Warna Fenol turut menentukan aktiviti enzim-enzim protease dengan menggunakan kasein sebagai substrat. Kaedah ini telah menggunakan reagen fenol Folin-Ciocalteau untuk menentukan kepekatan tirosina yang boleh terlarut dalam TCA. Namun begitu, kaedah ini adalah kurang efektif berbanding dengan kaedah Hidrolisis Kasein, kaedah Pencernaan Gelatin dan kaedah Penggumpalan Susu oleh sebab sebatian-sebatian fenolik dalam tisu-tisu tumbuhan juga bertindak balas dengan reagen ini. Reagen TNBS (2,4,6-trinitrobenzenesulfonic acid) barangkali adalah terbaik untuk digunakan dalam kaedah ini kerana ia menentukan bilangan ikatan peptida yang dihidrolisiskan bagi setiap unit masa. Akan tetapi, reagen ini adalah susah didapatkan kerana ia adalah mudah meletup dalam sesuatu keadaan (Whitaker *et al.*, 2003).

Kaedah Pencernaan Kasein telah digunakan dalam kajian ini adalah kerana ia merupakan kaedah yang paling kerap digunakan dalam menentukan proteolisis umum dan ia boleh digunakan untuk semua protease dengan hanya

RUJUKAN

- Ashie, I. N. A., Sorensen, T. L. and Nielsen, P. M. 2002. Effect of papain and a microbial enzyme on meat proteins and beef tenderness. *J. Food Sci.* **67**: 2138-2142.
- Babu, B. R., Rastogi, N. K. and Raghavarao, K. S. M. S. 2008. Liquid-liquid extraction of bromelain and polyphenol oxidase using aqueous two-phase system. *Chemical Engineering and Processing*. **47**: 83-89.
- Balls, A. K. and Hoover, S. R. 1937. The milk-clotting time of papain. *J Biol Chem.* **121**: 737-745.
- Barbut, S. 2002. *Poultry Products Processing An Industry Guide*. Florida: CRC Press LLC.
- Barrett, A. J., Rawlings, N. D. and Woessner, J. F. 1998. *Handbook of proteolytic enzyme*. San Diego: Academic Press.
- Bisswanger, H. 2004. *Practical Enzymology*. Weinheim: WILEY-VCH GmbH & Co. KGaA.
- Brown, A. C. 2008. *Understanding Food: Principles and Preparation*. 3rd ed. USA: Thomson Higher Education.
- Buttle, D. J. 1994. Glycyl endopeptidase. *Methods Enzymol.* **244**: 539-555.
- Buttle, D. J., Ritonja, A., Pearl, L. H., Turk, V. and Barrett, A. J. 1990a. Selective cleavage of glycyl bonds by papaya proteinase IV. *FEBS Lett.* **260**: 195-197.
- Buttle, D. J., Ritonja, A., Dando, P. M., Abrahamson, M., Shaw, E. N., Wikstrom, P., Turk, V. and Barrett, A. J. 1990b. Interactions of papaya proteinase IV with inhibitors. *FEBS Lett.* **262**: 58-60.
- Calkins, C. R. and Hodgen, J. M. 2007. A fresh look at meat flavor. *Meat Science*. **77**: 63-80.

Calkins, C. R. and Sullivan, G. 2007. Adding Enzymes to Improve Beef Tenderness. *National Cattlemen's Beef Association*. Lincoln: University of Nebraska.

Chaiwut, P., Nitsawang, S., Shank, L. and Kanasawud, P. 2007. A Comparative Study on Properties and Proteolytic Components of Papaya Peel and Latex Proteases. *Chiang Mai J. Sci.* **34**: 109-118.

Contreras-Castillo, C. J., Trindade, M. A. and Felicio, P. E. 2008. Physical and Chemical Characterisation of Spent Hens Mechanically Separated Meat (MSHM) from the Brazilian Production. *Acta Alimentaria*. **37**: 283-291.

Dapeau, G. R. 1976. *Methods in Enzymology*, Vol. XLV (Lorand, L., ed.). New York: Academic Press.

European Bioinformatics Institute (EBI). 2010. Carica papaya chymopapain at 1.7 angstroms resolution, <http://www.ebi.ac.uk/thornton-srv/databases/cgi-bin/pdbsum/GetPage.pl?pdbcode=1yal>. Retrieved 20 October 2010.

European Bioinformatics Institute (EBI). 2010. Glycyl endopeptidase-complex with benzyloxycarbonyl-leucine-valine-glycine-methylene covalently bound to cysteine 25, <http://www.ebi.ac.uk/thornton-srv/databases/cgi-bin/pdbsum/GetPage.pl?pdbcode=1gec>. Retrieved 20 October 2010.

Fereidoon, S. 1994. Flavor of meat and meat products. UK: Blackie Academic and Professional.

Fletcher, D. L. 2002. Poultry meat quality. *World's Poultry Science Journal*. **58**: 131-145.

Fujimura, S. and Kadokawa, M. 2006. Improvement of Meat Taste by Dietary Components. *Bull.Facul.Agric.Niigata Univ.* **58**(2): 151-153.

Fujimura, S., Muramoto, T., Do-ura, I., Koga, H., Itou, H., Tone, N., Kadokawa, M. and Ishibashi, T. 1997. Effect of Feeding Area and Feed Intake on Meat Compositions and Taste Relating Components of Broiler Chickens. *Jpn. Poult. Sci.* **34** (6): 373-381.

Gerelt, B., Ikeuchi, Y. and Suzuki, A. 2000. Meat tenderization by proteolytic enzymes after osmotic dehydration. *Meat Science*. **56**: 311-318.

Haque, A. K. M. A., Lyon, J. J. and Vandepopuliere, J. M. 1991. Extrusion processing of broiler starters diets containing ground whole hens, poultry by-product meal, feather meal or ground feather. *Poult. Sci.* **70**: 234-240.

Hui, Y. H., Barta, J., Cano, M. P., Gusek, T., Sidhu, J. S. and Sinha, N. K. 2006. *Handbook of Fruits and Fruit Processing*. UK: Blackwell Publishing Ltd.

Jain, S. M. and Priyadharsan, P. M. 2009. *Breeding Plantation Tree Crops: Tropical Species*. New York: Springer Science+Business Media, LLC.

Jin, S. K., Kim, I. S., Jung, H. J., Kim, D. H., Choi, Y. J. and Hur, S. J. 2007. The Development of Sausage Including Meat from Spent Laying Hen Surimi. *Poultry Science*. **86**: 2676-2684.

Jorgensen, L. B. 1995. Stomatal myrosin cells in Caricaceae: Taxonomic implications for a glucosinolate-containing family. *Nordic J. Bot.* **15**: 523-540.

Kang, C. K. and Warner, W. D. 1974. Tenderization of Meat with Papaya Latex Proteases. *Journal of Food Science*. **39**: 812-818.

Lawlor, J. B., Sheehan, E. M., Delahunty, C. M., Kerry, J. P. and Morrissey, P. A. 2003. Sensory Characteristics and Consumer Preference for Cooked Chicken Breasts from Organic, Corn-fed, Free-range and Conventionally Reared Animals. *International Journal of Poultry Science*. **2**(6): 409-416.

Lawrie, R. A. 1998. *Lawrie's Meat Science*. (6th edition). England: Woodhead Publishing Limited.

Lembaga Pemasaran Pertanian Persekutuan. 2008. Panduan Menanam Betik – Carica Papaya,
[http://www.snhgroup.myportal.my/?lang=my&id=3&act=5&content=42&mnu=3](http://www.snhgroup.myportal.my/?lang=my&id=3&act=5&content=42&mn=3). Retrieved 15 August 2010.

- Lembaga Pemasaran Pertanian Persekutuan (FAMA). 2006. Siri Panduan Kualiti Betik Eksotika,
<http://www.fama.gov.my/html/themes/fama/images/fama/content/BetikEksotika.pdf>. Retrieved 5 August 2010.
- Lembaga Pemasaran Pertanian Persekutuan (FAMA). 2006. Siri Panduan Kualiti Betik Panjang,
<http://www.fama.gov.my/html/themes/fama/images/fama/content/Betikpanjang.pdf>. Retrieved 5 August 2010.
- Lyon, B. G. and Lyon, C. E. 2001. Meat quality: sensory and instrumental evaluations. In Sams, A. R. (ed.). *Poultry Meat Processing*, pp. 97-120. Boca Raton: CRC Press.
- Malorvh, S., Hribersek, K., Tercic, D., Volk, M., Zlender, B., Polak, T. and Holcman, A. 2009. Sensory Traits of Capon Meat in Three Chicken Genotypes. *Acta Agriculture Slovenica*. **94**(1): 17-26.
- Maltin, C., Balcerzak, D., Tilley, R. and Delday, M. 2003. Determinants of meat quality: tenderness. *Proceedings of the Nutrition Society*. **62**: 337-347.
- Miller, R. K. 1994. Quality Characteristics. In Kinsman, D. M., Kotula, A. W. and Breidenstein, B. C. (ed.). *Muscle Foods*, pp. 296-332. New York: Chapman & Hall.
- Monti, R., Basilio, C. A., Trevisan, H. C. and Contiero, J. 2000. Purification of Papain from Fresh Latex of *Carica papaya*. *Brazilian Archives of Biology and Technology*. **43**(5): 501-507.
- Morton, J. 1987. Fruits of warm climates,
http://www.hort.purdue.edu/newcrop/morton/papaya_ars.html. Retrieved 20 October 2010.
- Naveena, B. M. and Mendiratta, S. K. 2001. Tenderization of spent hen meat using ginger extract. *British Poultry Science*. **42**: 344-349.
- Nielsen, S. S. 2010. Food Analysis. (4th edition). USA: Springer Science+Business Media, LLC.

- Nitsawang, S. and Kanasawud, P. 2006. A Rapid Process for Purification of Chitinase from the Latex of *Carica papaya*. *Chiang Mai J. Sci.* **33**(2): 237-242.
- Nitsawang, S., Hatti-Kaul, R. and Kanasawud, P. 2006. Purification of papain from *Carica papaya* latex: Aqueous two-phase extraction versus two-step salt precipitation. *Enzyme and Microbial Technology*. **39**: 1103–1107.
- Olson, M. E. 2002. Intergeneric relationships within the Caricaceae-Moringaceae clade (Brassicales) and potential morphological synapomorphies of the clade and its families. *Intl. J. Plant Sci.* **163**: 51-65.
- Ong, C. H. 2004. *Buah: khasiat makanan & ubatan*. KL: Utusan Publications & Distributors Sdn Bhd.
- Organization for Economic Co-operation and Development (OECD). 2006. Safety Assessment of Transgenic Organisms OECD Consensus Documents. France: OECD Publishing.
- Owusu-Apenten, R. K. 2002. *Food Protein Analysis Quantitative Effects on Processing*. New York: Marcel Dekker, Inc.
- "Papaya Fruit Facts" dlm. <http://www.crfg.org/pubs/ff/papaya.html>. Retrieved 15 January 2011.
- Partida, J. A., Olleta, J. L., Sanudo, C., Alberti, P. and Campo, M. M. 2007. Fatty acid composition and sensory traits of beef fed palm oil supplements. *Meat Science*. **76**: 444-454.
- Qihe, C., Guoqing, H., Yingchun, J. and Hui, N. 2006. Effects of elastase from a *Bacillus* strain on the tenderization of beef meat. *Food Chemistry*. **98**: 624-629.
- Rizzi, C., Marangon, A., Chiericato, G. M. 2007. Effect of Genotype on Slaughtering Performance and Meat Physical and Sensory Characteristics of Organic Laying Hens. *Poultry Science*. **86**: 128-135.

- Rodman, J. E., Soltis, P. S., Soltis, D. E., Sytsma, K. J., Karol, K. G. 1998. Parallel Evolution of glucosinolate biosynthesis inferred from congruent nuclear and plastid gene phylogenies. *Amer. J. Bot.* **85**: 997-1006.
- Rodrigo, T. 2009. *Ingredients in Meat Products: Properties, Functionality and Applications*. USA: Springer Science+Business Media, LLC.
- Song, I., Taylor, M., Baker, K. and Bateman, R. C. 1995. Inhibition of cysteine proteinases by *carica papaya* cystatin produced in *Escherichia coli*. *Gene*. **162**: 221-224.
- Sunarjono, H. H. and Anis, S. I. M. 2003. *Penanaman 21 Jenis Tanaman Buah-buahan*. KL: Synergy Media Books.
- Teixeira da Silva, J. A., Rashid, Z., Nhut, D. T., Sivakumar, D., Gera, A., Jr., M. T. S. and Tennant, P. F. 2007. Papaya (*Carica papaya* L.) Biology and Biotechnology. *Tree and Forestry Science and Biotechnology*. **1** (1): 47-73.
- Thielke, S., Lhafi, S. K. and Kuhnet, M. 2005. Effects of Aging Prior to Freezing on Poultry Meat Tenderness. *Poultry Science*. **84**: 607-612.
- Vaithianathan, S., Naveena, B. M., Muthukumar, M., Girish, P. S., Ramakrishna, C., Sen, A. R. and Babji, Y. 2008. Biochemical and Physicochemical Changes in Spent Hen Breast Meat During Postmortem Aging. *Poultry Science*. **87**: 180-186.
- Wattanachant, S. 2008. Factors Affecting the Quality Characteristics of Thai Indigenous Chicken Meat. *Suranaree J. Sci. Technol.* **15**(4): 317-322.
- Wattanachant, S., Siripongvutikorn, S. and Saenee, P. 2008. Chemical, physical and sensory properties of Tom Yum marinated spent hen muscles. *Mae Fah Luang Symposium*, November 26-28, 2008, Chiang Rai, Thailand.
- Whitaker, J. R., Voragen, A. G. J. and Wong, W. S. 2003. *Handbook of food enzymology*. New York: Marcel Dekker.
- Wrick, K. L. 1995. Consumer issues and expectation for functional foods. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* **35**: 167-173.