

**PENGEKSTRAKAN PEKTIN DARIPADA KULIT BUAH BETIK
(*Carica papaya L*)**

LOW PHAIK CHUIN

**LATIHAN ILMIAH INI DIKEMUKAKAN UNTUK MEMENUHI
SEBAHAGAIAN DARIPADA SYARAT MEMPEROLEHI
IJAZAH SARJANA MUDA SAINS MAKANAN DENGAN KEPUJIAN
DALAM BIDANG SAINS MAKANAN DAN PEMAKANAN**

**PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH**

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

2006



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS

UDUL: PENGEKSTRAKAN PEKTIN DARI KULIT
BUAH BETIK (Carica papaya L)

JAZAH: SARJANA MUDA SAINS MARANAN (MAKANAN DAN PEMAIKANAN)

SESI PENGAJIAN: 2003/2004

Saya LOW PHAIK CHUIN

(HURUF BESAR)

nengaku 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

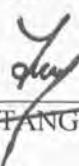
(Mengandungi maklumat yang berdarjah keselamatan atau kepentingan Malaysia seperti yang termaktub di dalam AKTA RAHSIA RASMI 1972)

TERHAD

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

TIDAK TERHAD

Disahkan oleh



(TANDATANGAN PENULIS)

(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

Alamat Tetap: 42, Tunas Baru

Langkawi Mall, Langkawi,

Kedah.

En. Mansoor Abdul Hanif

Nama Penyelia

Tarikh: 16 MEI 2006

Tarikh: 16 Mei 2006

ATATAN: * 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).

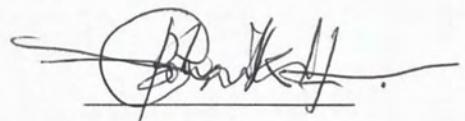


UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

PENGAKUAN

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

13 April 2006

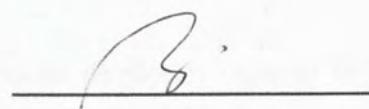
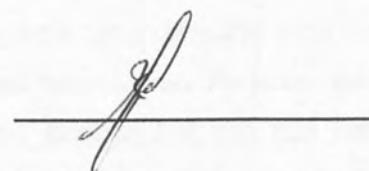
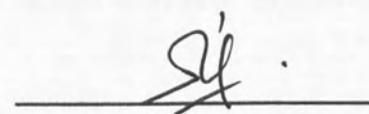


LOW PHAIK CHUIN

HN2003-2437



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

PENGESAHAN**DIPERAKUAN OLEH****1. PENYELIA****(EN.MANSOOR ABDUL HAMID)****2. PEMERIKSA 1****(DR.LEE JAU SHYA)****3. PEMERIKSA 2****(CIK HO AI LING)****4. DEKAN****(PROF.MADYA DR MOHD.ISMAIL ADULLAH)****UMS**
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

PENGHARGAAN

Terlebih dahulu saya ingin merakamkan jutaan terima kasih kepada pihak Sekolah Sains Makanan dan Pemakanan (SSMP) kerana telah menyediakan kemudahan dan bantuan sepanjang kajian ini dijalankan. Setinggi-tinggi penghargaan turut ditujukan khas kepada En. Mansoor Abdul Hamid selaku penyelia yang sangat berdedikasi dan bersabar dalam menyelia, memberi tunjuk ajar, memberi panduan dan nasihat sepanjang penyelidikan.

Sekalung penghargaan turut diberikan kepada pembantu makmal Sekolah Sains Makanan dan Pemakanan (SSMP) kerana telah banyak memberi bantuan sepanjang penyelidikan ini. Malahan jutaan terima kasih turut ditujukan khas kepada pihak Café BTC kerana telah membekalkan sampel penyelidikan. Perasaan suacita dan berterima kasih turut dituju khas kepada pihak Danisco Malaysia dan Amerika Syarikat kerana telah membekalkan pektin ester rendah komersial sebagai bahan penyelidikan.

Bagi rakan-rakan seperjuangan dan senior-senior, Leong Sau Meng dan Lai Siew Ping yang memberi bantuan dan berkongsi pengalaman sepanjang penyelidikan, saya ucapkan seikhlas terima kasih.

Yang paling penting adalah ucapan setulus terima kasih ditujukan khas kepada keluarga tersayang terutamanya ibubapa , Low Sang Leng dan Khaw Kim Yong yang senantiasa memberi sokongan moral dan semangat kepada saya untuk menjayakan penyelidikan. Tanpa sokongan dari pelbagai pihak, tidak mungkin saya dapat menyiapkan penyelidikan pada masa yang ditetapkan. Akhir sekali sekalung penghargaan saya tujukan kepada sesiapa yang telah membantu saya sepanjang penyelidikan.

ABSTRAK

PENGEKSTRAKAN, CIRI-CIRI FIZIKO-KIMIA DAN PENGELAN PEKTIN DARI KULIT BUAH BETIK (*Carica papaya Linn*)

Penyelidikan dijalankan untuk mengekstrak pektin dari kulit buah betik (*Carica papaya Linn*) melalui dua kaedah pengekstrakan berasid iaitu kaedah Kirtchev *et al.* (1989) menggunakan HNO_3 sebagai media pengekstrakan dan kaedah Kratchonva *et al.* (1994) menggunakan HCl sebagai media pengekstrakan. Kaedah terbaik dijalankan pada 4 faktor iaitu suhu pengekstrakan, masa pengekstrakan, nisbah air kepada kulit buah betik dan kesan penceluran dijalankan untuk mendapat hasil perolehan pektin optimum. Antara 0.5 N, 1.0 N, 1.5 N, dan 2.0 N HNO_3 dan HCl dijalankan. Kaedah Kirtchev *et al.* adalah terbaik dengan 1.5 N HNO_3 memberi hasil perolehan pektin maksimum. Suhu dan masa pengekstrakan terbaik masing-masing adalah 90°C dan 90 minit. Manakala nisbah air kepada kulit terbaik adalah 1:0.075 dengan sampel kulit dilakukan pra-perlakuan penceluran dan maksimum penyimpanan tidak melebihi 6 hari. Analisis fiziko-kimia yang dijalankan terhadap pektin kajian menunjukkan kandungan abu dan lembapan pektin kajian adalah tinggi, iaitu 14.70% dan 7.84%. Pektin kajian adalah pektin bermetoksil (6.69%) dan berester rendah (30.34%), serta kandungan AUA adalah 75.72% menunjukkan ketulenan tinggi. Pektin buah betik membentuk gel pada 71.00°C , manakala pektin rendah ester komersial adalah 68.33°C . Keupayaan memegang air bagi pektin kajian adalah 79.68%, manakala pektin komersial adalah 99.52%, ini menunjukkan keupayaan memegang air pektin komersial adalah lebih baik daripada pektin kajian. Pektin komersial mengalami sineresis yang rendah manakala pektin kajian mengalami sineresis yang drastik iaitu kehilangan air sebanyak 43.14 %. Bagi warna pektin kajian adalah perang kekuningan dan pektin komersial adalah putih kekuningan. Pektin kajian sesuai untuk produk rendah gula dan rendah kalori.

ABSTRACT**ISOLATION, CHARACTERIZATION AND GELLING
PROPERTIES OF PAPAYA PEEL PECTINS
(*Carica papaya Linn*)**

This study was carried out to extract pectin from papaya (*Carica papaya Linn*) peels with two acid extraction method adopted by Kirtchev et al. (1989) using HNO_3 and Kratchonva et al. (1994) using HCl as extraction media. The best method was adopted and carried out with 4 factors that influence the pectin recovery. The factors were extraction temperature, time, ratio peel off to water and effect of blanching. The concentration of HNO_3 and HCl were 0.5 N, 1.0 N, 1.5 N, and 2.0 N. The best method was method Kirtchev et al. with 1.5 N HNO_3 gave the highest recovery of pectin. The best temperature extraction was $90^{\circ}C$ and 90 min extracting time. While, the best ratio water to peels was 1:0.075 and sample was go through blanching procedure gave the optimum recovery with the recommended storage period not exceeded 6 days. Physico-chemical analysis of yielded pectin showed the ash and moisture content of yielded pectin were high, 14.70% and 7.84%. Pectin yielded gave low methoxyl (6.69%), low ester pectin (30.34%) and AUA content (75.72%) showed had high purity. The papaya peels off pectin gel at $71.00^{\circ}C$ while the commercial low ester pectin was $68.33^{\circ}C$. The water holding capacity of commercial pectin was 99.5% and the yielding pectin was 79.7%. This showed that the water holding capacity of commercial pectin better than yielded pectin. For syneresis process, commercial show low syneresis while yielded pectin showed high syneresis as the water synergise 43.14 % from yielded gel. The colour of pectin yielded was yellowish brown in colour while the pectin commercial gave better appearance colour, light yellowish colour. The yielded pectin was suitable for low sugar and low calorie food product.

SINGKATAN

IPPA	International Production Pectin Association
DE	Darjah pengesteran
AUA	Asid Anhidrouronik
HNO ₃	Asid Nitrik
HCl	Asid Hidroklorik
ANOVA	Analysis of Variance
SPSS	Statistical Package of Social Science



SENARAI SIMBOL DAN UNIT

%	peratus
$^{\circ}\text{C}$	darjah Celsius
α	alfa
β	beta
C_1	atom karbon pertama
kg	kilogram
N	kepekatan asid
g	gram
ml	millimeter
w/w	berat per berat
pH	potantra of Hygogeni
rpm	revolution per minutes

KANDUNGAN

	Muka Surat
PENGAKUAN	ii
PENGESAHAN	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
SINGKATAN	vii
SENARAI SIMBOL DAN UNIT	viii
SENARAI JADUAL	xiiii
SENARAI RAJAH	xiv
SENARAI FOTO	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 PENGENALAN	1
1.2 OBJEKTIF KAJIAN	5
BAB 2 ULASAN KEPUSTAKAAN	
2.1 BETIK (<i>Carica papaya L.</i>)	6
2.1.1 Deskripsi botani	6
2.1.2 Sejarah Buah Betik	7
2.1.3 Morfologi Pokok dan Buah	8
2.1.4 Indeks Kematangan dan Pemetikan	9
2.1.5 Kandungan Zat Makanan Buah Betik	10
2.1.6 Kegunaan Betik	11
2.1.7 Eksport Tahunan Buah Betik	13
2.1.8 Perubahan Kandungan Pektin Sepanjang Peranuman Buah Betik	14
2.2 SEJARAH PEKTIN	15
2.3 DEFINISI PEKTIN	16
2.4 STRUKTUR PEKTIN	19
2.5 KOMPOSISI KIMIA PEKTIN	21
2.6 AKTIVITI BIOLOGI PEKTIN	22



2.7	CIRI-CIRI PEKTIN	23
2.7.1	PEMBENTUKAN GEL	24
2.7.2	Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Pembentukan Gel	25
2.7.2.1	Darjah pengesteran (DE)	26
2.7.2.2	pH	27
2.7.2.3	Suhu pengelan	28
2.7.2.4	Pencampuran dengan gula dan bahan pelarut lain	29
2.7.2.5	Ion kalsium	30
2.7.3	Keterlarutan	32
2.7.3.1	Pencampuran pada kelajuan tinggi	33
2.7.3.2	Kelikatan	33
2.8	JENIS PEKTIN	34
2.8.1	Pektin Metoksil Tinggi	34
2.8.2	Pektin Metoksil Rendah	37
2.8.3	Perbezaan antara pektin metoksil tinggi dan pektin metoksil rendah	40
2.9	APLIKASI PEKTIN	41
2.9.1	Produk jeli, jem dan marmalade	42
2.9.2	Desert dan gel harian	44
2.9.3	Minuman buah-buahan dan Salad Dressing	45
2.9.4	Produk konfeksioneri	45
2.9.5	Kegunaan lain	46
2.10	SUMBER PEKTIN KOMERSIAL	47
2.10.1	Pektin daripada sisa pemerahan jus epal	47
2.10.2	Pektin daripada kulit buah sitrus	49
2.10.3	Pektin daripada bunga matahari	51
2.10.4	Pektin daripada sumber lain	51

BAB 3 BAHAN DAN KAEDAH

3.1	BAHAN	53
3.1.1	Sampel	53
3.1.2	Bahan Kimia	53
3.2	KAEDAH	54
3.2.1	Penyediaan Sampel	54
3.2.2	Kaedah Pengekstrakan	54



3.2.2.1	Kaedah pengekstrakan menggunakan Asid Nitrik	54
3.2.2.2	Kaedah pengekstrakan menggunakan Asid Hidroklorik	56
3.2.3	Penentuan Suhu Pengekstrakan	58
3.2.4	Penentuan Masa Pengekstrakan	58
3.2.5	Penentuan Nisbah Kulit kepada Air	59
3.2.6	Penentuan Kesan Penceluran Kulit Buah Betik dalam Air Panas	59
3.3	ANALISIS CIRI-CIRI FIZIKO-KIMIA PEKTIN	59
3.3.1	Penentuan Kandungan Kelembapan	59
3.3.2	Penentuan Kandungan Abu	60
3.3.3	Penentuan Kandungan Metoksil	61
3.3.4	Penentuan Darjah Pengesteran (DE)	61
3.3.5	Penentuan Peratusan Asid Anhidrouronik (AUA)	62
3.4	PENENTUAN KUALITI ANTARA JELI KAJIAN DAN JELI KOMERSIAL	63
3.4.1	Penyediaan Jeli Kajian dan Jeli Komersil	63
3.4.2	Penentuan Suhu Pengelan dan Masa "Set"	64
3.4.3	Ujian Keupayaan memegang Air	64
3.4.4	Ujian Sinerisis	64
3.4.5	Penentuan warna pektin kajian dan pektin komersial	65
3.5	ANALISIS STATISTIK	65

BAB 4 HASIL DAN PERBINCANGAN

4.1	HASIL PEROLEHAN PEKTIN	67
4.2	SUHU PENGEKSTRAKAN	72
4.3	MASA PENGEKSTRAKAN	74
4.4	NISBAH AIR KEPADA KULIT BUAH BETIK	76
4.5	KESAN PENCELURAN KULIT BUAH BETIK	
	TERHADAP PEROLEHAN PEKTIN	78
4.6	KEADAAN OPTIMUM PENGEKSTRAKAN PEKTIN	81
4.7	ANALISIS CIRI-CIRI FIZIKO-KIMIA PEKTIN KAJIAN	82
4.7.1	Penentuan kandungan kelembapan	82
4.7.2	Penentuan kandungan abu	84
4.7.3	Penentuan kandungan metoksil	85
4.7.4	Penentuan darjah pengesteran (DE)	87
4.7.5	Penentuan kandungan asid anhidrouronik (AUA)	88



4.8	PENENTUAN KUALITI PEKTIN KAJIAN DAN PEKTIN KOMERSIAL	89
4.8.1	Suhu pengelan	90
4.8.2	Penentuan keupayaan memegang air	91
4.8.3	Sineresis	92
4.8.4	Penentuan warna pektin kajian dan komersial	96
BAB 5	KESIMPULAN DAN CADANGAN	98
5.1	KESIMPULAN	98
5.2	CADANGAN	99
RUJUKAN		100
LAMPIRAN		110



SENARAI JADUAL

No. Jadual	Muka Surat
2.0 Tahap kematangan (indeks) buah betik	10
2.1 Kandungan zat makanan buah betik	11
2.2 kandungan zat makanan (mineral dan vitamin bagi 100g buah betik yang boleh dimakan)	11
2.3 Eksport Bahan Makanan dan Komoditi Terpilih Malaysia	14
2.4 Hubungan suhu terhadap pembentukan gel	29
2.5 Keadaan minimum untuk pektin metoksil tinggi membentuk gel	35
2.6 Keadaan bagi pektin metoksil rendah membentuk gel	37
2.7 Perbezaan antara pektin metoksil tinggi dan pektin metoksil rendah	40
2.8 Kandungan pektin daripada pelbagai buah-buahan tropika	50
3.1 Senarai Bahan Kimia	53
4.1 Hasil perolehan pektin (%) menggunakan kaedah pengekstrakan <i>Kirtchev et al.</i> dan kaedah Kratchnova <i>et al.</i>	69
4.2 Suhu pengekstrakan mempengaruhi perolehan pektin kajian	72
4.3 Kesan masa pengekstrakan terhadap hasil perolehan pektin	75
4.4 Kesan nisbah air kepada kulit buah betik terhadap hasil perolehan pektin	78
4.5 Kesan penceluran kulit buah betik terhadap perolehan hasil pektin	79
4.6 Suhu pengelan bagi pektin ester rendah	90
4.7 Keupayaan memegang air jelai pektin kajian dan komersial	91
4.8 Sineresis yang dialami oleh jelai pektin komersial	93
4.9 Sineresis yang dialami oleh jelai pektin kajian	94



SENARAI RAJAH

No.Rajah	Muka Surat
2.0 Struktur asid galakturonik	17
2.1 Asid D-galakturonik yang diikat bersama oleh ikatan glikosida α- 1:4	20
2.2 Struktur pektin	21
2.3 Kawasan berlorek adalah kawasan yang menunjukkan kawasan penghabluran setempat	23
2.4 Model kotak telur bagi pektin metoksil rendah	31
2.5 Hubungan antara kekuatan gel pektin metoksil rendah mengalami perubahan bentuk dengan kepekatan ion kalsium.	32
2.6 Struktur pektin metoksil tinggi	35
2.7 Struktur pektin metoksil rendah konvensional	38
2.8 Struktur pektin metoksil rendah teramida	50
2.9 Bahagian yang digunakan untuk pengekstrakan pektin buah sitrus	51
3.1 Kaedah pengekstrakan (A) menggunakan kaedah yang diperkenalkan oleh Kirtchev <i>et al.</i> , (1989)	55
3.2 Kaedah pengekstrakan (B) menggunakan kaedah yang diperkenalkan oleh Kratchonva <i>et al.</i> , (1994)	57



SENARAI FOTO

No. Foto	Muka Surat
LA 1 Sampel (kulit buah betik) yang telah dikeringkan	132
LA 2 Ampaiyan pektin mentah selepas pencampuran 95% etanol (pandangan sisi)	133
LA 3 Serbuk pektin buah betik	134
LA 4 Gel pektin buah betik (sebelah kanan) dan gel pektin komersial (sebelah kiri)	135

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Pengenalan

Dalam era globalisasi, negara-negara maju semakin menitikberatkan penggunaan ramuan makanan yang asli, selamat dan murah yang khususnya daripada hasil asal makanan tersebut. Kini Malaysia sebagai peneraju dalam negara-negara membangun telah mengorak langkah ke era di mana penggunaan ramuan asli dari kandungan makanan adalah sangat dititikberatkan. Hal ini lebih jelas lagi dalam penggunaan hasil sampingan buah-buahan tempatan untuk mengelakkan pembaziran. Fenomena penggunaan hasil sampingan atau lebih dikenali sebagai bahan buangan buah-buahan tempatan mendapat sambutan hangat lebih-lebih lagi dalam bidang makanan kerana ia dianggap lebih asli, "mesra alam" dan yang paling penting sekali adalah murah apabila menghasilkan sesuatu produk makanan.

Menurut Suhaila dan Zahariah (1995), terdapat banyak sumber pertanian dan hasil buangan agro yang boleh menghasilkan pektin. Kilang pemprosesan pisang menghasilkan 1381 tan metrik hasil pembuangan pada 1984. Kulit buah koko juga sekian lama menjadi punca pencemaran dalam industri koko, dan ia merupakan sumber pektin yang sangat murah jika dapat diproses dengan cepat. Selain itu, hasil pembuangan buah nangka termasuk kulit, batang dan empulurnya merangkumi 59.1% daripada jumlah buah tersebut. Manakala dalam pengetinan buah nangka, jumlah yang ditolak adalah 80-85% dari jumlah buah nangka dimana hasil buangannya boleh digunakan untuk penghasilan pektin. Bagi mangga pula, bahagian



yang boleh dimakan adalah 33-85%, manakala hasil buangan kulit dan bijinya adalah antara 7-24% dan 9-40% (Wu *et al.*, 1993). Menurut Larrauri *et al.* (1996) hasil sampingan yang dihasilkan oleh industri mangga adalah 35-60% dari jumlah berat mangga. Maka untuk mengelakkan masalah pencemaran dan pembaziran kulit mangga, kini ia diekstrak untuk mendapatkan pektin yang mempunyai serabut yang berkualiti tinggi.

Pektin merupakan bahan yang terdapat secara semulajadi dalam semua tumbuh-tumbuhan. Pektin atau bahan pektik juga digelar galakturonan atau rhamnogalakturon dalam ulasan saintifik, dan adalah nama bagi heteropolisakarida yang mengandungi metil yang kebanyakannya dimetilkkan secara separa, iaitu sisa baki asid (Elvers *et al.*, 1994; Macartain, 2006).

Pektin atau "pectos" dalam bahasa Greek adalah bermaksud gel. Pada 1825, Braccnot orang pertama yang menyatakan pektin secara terperinci dan bertindak sebagai agen pengelan (William, Paul & Jorn, 2005). Pektin asli memainkan peranan penting dalam mempengaruhi konsistensi buah-buahan dan sayur-sayuran, serta mempengaruhi perubahan tekstur semasa ranum, penyimpanan, atau masak (Elvers *et al.*, 1994). Pektin wujud secara semulajadi dalam tisu tumbuhan dalam bentuk protopektin bergabung dengan selulosa untuk membentuk struktur dinding sel tumbuhan. Pektin terdiri daripada asid galakturonik dan unit metil ester. Asid galakturonik ini membentuk rantai polisakarida yang lurus dan biasanya dikategori berdasarkan darjah pengesteran (Elvers *et al.*, 1994; William, Paul & Jorn, 2005; Macartain, 2006).

Pada kebiasaannya, pektin sitrus diekstrak dari bahagian kulit buah limau, oren, dan juga anggur manakala pektin dari buah epal adalah diekstrak dari sisa pemerahan buah epal (Macartain, 2006). Sumber potensi utama lain-lain adalah daripada limau (Rouse & Crandall, 1978), mangga (Srirangarajan & Shrikhande, 1979), guava (El Tinay *et al.*, 1979), bunga matahari (Chang *et al.*, 1994b) dan hasil sampingan agro tropika lain (Suhaila & Zaharah, 1995).

Pektin wujud secara semulajadi dalam kebanyakan jenis tumbuhan terutamanya tisu pada bahagian buah, tetapi spesis yang digunakan secara komersial adalah sangat terhad. Hal ini kerana, kebanyakan bahan pektik adalah tidak sesuai untuk penghasilan jeli pektin (Thakur, Singh & Hanada, 1997). Selain itu, para pengilang ingin memastikan bekalan bahan mentah pektin komersial yang berterusan sepanjang musim di pasaran serta ingin mendapatkan pektin pada harga yang paling murah.

Menurut Akta Makanan 1983 dan peraturan Makanan 1985, peraturan 250(1) menyatakan bahawa pektin hendaklah dihasilkan daripada pengekstrakan asid cair dari buah epal, kulit buah-buahan sitrus atau buah-buahan lain dan menurut peraturan 250 pula menyatakan bahawa pektin boleh mengandungi bahan pengawet yang dibenarkan.

Pada 1989 Jabatan Statistik Malaysia melaporkan Malaysia mengimport sebanyak 60 tan pektin yang bernilai RM 1 juta (Suhaila & Zahariah, 1995). Hal ini kerana, Malaysia tidak mempunyai kedua-dua sumber (buah situs dan epal) untuk tujuan pengekstrakan pektin. Terdapat banyak buah-buahan tempatan yang jarang dimakan dan hasil sampingan yang dihasilkan daripada pemprosesan industri yang

boleh digunakan untuk menghasilkan pektin. Kajian utama dijalankan adalah untuk mengenalpasti sumber potensi buah-buahan tropika untuk tujuan pengekstrakan pektin (Normah & Hasnah, 2000).

Maka, tujuan thesis ini dijalankan adalah untuk mencari alternatif baru untuk pengekstrakan pektin dari bahan buangan buah-buhan tempatan, iaitu daripada hasil buangan kulit buah betik untuk menggantikan pengekstrakan komersial dari hampasan epal dan buah sitrus.

Betik atau nama saintifiknya *Carica papaya L.* adalah dari genus Carica dalam famili Caricaceae (Rukayah, 1992). Ia adalah buah-buahan jenis beri (Mohd. Nordin, 1995). Perikarpnya berisi dengan rongga tengah yang besar, berasal dari ovari superior. Hanya 3 spesies sahaja yang mempunyai kepentingan hortikultur walaupun sebenarnya terdapat 40 spesies dalam genus carica ini (Mohammad Idris, 1991).

Betik merupakan antara tanaman yang bukan hanya sangat popular di kawasan tropika malahan di kawasan lain. Buahnya mempunyai nilai pemakanan yang sangat tinggi dan rasanya enak (Ch'ng & Ibrahim, 1980). Buah betik di Malaysia turut dieksport ke Singapura, Hong Kong, Jepun dan Eropah (Mohammad Idris, 1991).

Buah yang masak selalu dimakan segar sebagai pencuci mulut. Betik yang masak juga boleh dijadikan jem, jus, perisa untuk aiskrim dan puding, halwa dan sos (Wee, 2003). Betik yang belum masak boleh juga diperas atau dimasak sebagai sayur. Betik juga mengeluarkan sejenis enzim yang dikenali sebagai enzim papain. Papain banyak digunakan dalam penyediaan makanan, khususnya untuk

melembutkan daging dan penyediaan 'chewing gum'. Walau bagaimanapun, di negara-negara ASEAN potensi industri papain masih belum diterokai sepenuhnya. Buat masa ini, pengeluar papain secara komersial hanya terdapat di Filipina (Anon, 2005). Sehingga kini, kulit buah betik yang tertinggal tiada kegunaan komersial lain selain dibuang, maka dengan tujuan mengurangkan pembaziran bahan semulajadi dan mengelakkan berlakunya pencemaran buangan agro, maka pengekstrakan pektin dari kulit buah betik dijalankan.

1.2 Objektif Kajian

Kajian ini dijalankan adalah berdasarkan kepada objektif berikut:

- i) Menentukan kaedah yang terbaik untuk pengekstrakan pektin dari bahan buangan (kulit) buah betik (*Carica papaya L*).
- ii) Menentukan ciri-ciri fiziko-kimia pektin daripada kulit buah betik (*Carica papaya L*).
- iii) Menentukan perbezaan kualiti jeli pektin kajian dan jeli pektin komersial.

BAB 2

ULASAN KEPUSTAKAAN

2.1 BETIK (*Carica papaya L.*)

Buah-buahan utama ialah buah-buahan yang mempunyai nilai komersial, sama ada untuk dimakan segar mahupun setelah diproses. Buah-buahan ini kebanyakannya ditanam secara meluas pada tahap komersial walaupun masih banyak lagi terdapat di dusun-dusun tradisi, iaitu ditanam bercampur dengan buah-buahan lain di sekitar rumah atau kebun. Sebanyak 16 spesies buah-buahan dikelaskan sebagai buah-buahan utama (Rukayah, 1992). Buah betik merupakan antara buah-buahan yang tidak bermusim, iaitu boleh didapati sepanjang tahun, digemari ramai dan berpotensi untuk dieksport (Khatijah, 1999; Rukayah, 1992). Buah betik yang dihasilkan bervariasi dari segi saiz, berat, bentuk, rasa dan tekstur. Kulit buah nipis dan hijau pada umur muda dan kemudian bertukar menjadi kekuningan atau oren kekuningan apabila masak, warna isinya kuning kemerah-merahan. Exotica adalah varieti betik yang popular ditanam di Sabah (Anon, 2005).

2.1.1 DESKRIPSI BOTANI

Menurut FAMA (2005), betik atau nama saintifiknya, *Carica papaya L* adalah dari genus Carica dalam famili Caricaceae. Terdapat 40 spesies dalam genus carica tetapi hanya tiga saja yang mempunyai kepentingan hortikultur. Walau bagaimanapun, *Carica papaya L.* adalah spesies yang biasa ditanam sebab spesies ini mempunyai nilai ekonomi yang tinggi. Buah betik adalah dari famili Caricaceae (Mohd. Nordin,

1995), yang biasanya ditanam di kawasan Selatan dan Amerika Tengah. *Carica papaya L* adalah merupakan spesis yang mempunyai nilai ekonomi yang tinggi dari famili *Caricaceae* (Somson, 1989).

Buah betik mempunyai nama panggilan yang berbeza di negara masing-masing, di Australia ia digelar Papaw atau Paw Paw, di Barzil digelar Mamao atau Tree Melon. Menurut negara Britain, ia dipanggil "papaw" atau "pawpaw". Di Brazil dikenali sebagai "mamao" dan Sepanyol pula mengelar "papaya" atau "lechosa" (Venezuela), tetapi di Cuba dikenali sebagai "fruta momba" (Allen, 1981; Somson, 1989). Manakala dalam bahasa Mandarin ia dikenali sebagai mugua, nama-nama lain lagi adalah lhong dan doeum lahong bagi Cambodia, gedang dan kates bagi Indonesia, houng bagi Laos, thinmbaw (Myanmar), kapaya dan lapaya bagi Filipina, manakala malakor, loko, dab ma kuai thet bagi Negara Thailand serta dudu bagi Vietnam (Anon, 2006).

2.1.2 Sejarah Buah Betik

Walaupun tempat sebenar asal pokok betik tidak diketahui, namun dipercayai bahawa pokok betik ialah tumbuhan semula jadi tropika Amerika, mungkin Selatan Mexico dan Amerika Tengah. Biji benih dibawa ke Panama, kemudian ke Republik Dominica sebelum 1525. Penanamannya merebak ke seluruh Amerika Selatan dan Tengah, Selatan Mexico, India Barat dan Bahamas dan ke Bermuda pada tahun 1616. Pelayar bangsa Sepanyol membawa biji benih ke Filipina di sekitar 1550 dan seterusnya ke Melaka dan India. Kemudian biji benih dihantar dari India ke Nepal pada tahun 1626. Ia sampai ke Hawaii pada 1800-1820. Kini betik terkenal hampir ke seluruh kawasan tropika (Foster & Tyler, 1999; Ross, 2001). Betik dari aspek fisiologi ialah sejenis buah klimaterik, dipercayai berasal dari Amerika Tropika. Spesies betik

dibawa oleh orang Sepanyol ke Filipina dan kemudiannya dibawa pula ke Malaysia (Rukayah, 1992).

2.1.3 Morfologi Pokok dan Buah

Pokok betik mempunyai tiga jenis jantina. Betik boleh menghasilkan bunga jantan, betina ataupun hermafrodit (bisexual). Terdapat sepuluh stamen dalam bunga jantan yang berfungsi dan sesuai untuk pendebungan dengan jenis bunga betina dan hermafrodit. Bunga betina mempunyai pistil yang besar tetapi tanpa stamen, buah yang dihasilkan daripada bunga betina biasanya berbentuk bujur atau bulat, manakala buah yang dihasilkan daripada jenis hermaphrodit adalah bujur panjang (Anon, 2005). Jantina pokok betik dapat dikelaskan kepada 3 jenis yang utama iaitu:

- i) Diesius - bunga jantan dan bunga betina pada pokok yang berasingan;
- ii) Monoesius - bunga jantan dan bunga betina pada pokok yang sama;
- iii) Ginodiesius (hermafrodit) – bahagian bunga jantan dan betina pada bunga yang sama (Mohd Idris, 1991).

Walau bagaimanapun, spesies *Carica papaya L.* yang biasa ditanam ialah dari jenis diesius atau ginodiesius (hermafrodit). Pokok-pokoknya kelihatan sama sahaja kecuali setelah bunganya keluar. Hanya bunga betina dan hermafrodit akan hasilkan buah (Mohd Idris, 1991; Khatijah, 1999).

Setelah 9 -12 bulan penanaman barulah ia mengeluarkan buah. Varieti yang berlainan akan menghasilkan rasa, rupa bentuk dan saiz yang berbeza. Biasanya ia berukuran di antara 7-60cm panjang dan beratnya boleh mencapai sehingga 9 kg. Buah yang muda berwarna hijau dan menjadi kuning apabila masak kerana kehadiran karotenoid (Arya, Natesan & Vijayaraghana, 1983). Isi atau pulpa betik

RUJUKAN

- Adomako, D. 1974. Chemical characterization of cocoa pectin. Cocoa Research Institute, Ghana.
- Allen, B. M. 1981. Common Malaysia Fruits. Kuala Lumpur. Longman: Malaysia.
- American Society Committee for the Revision of the Nomenclature of Pectic Substances. 1944. *Chemical News*. **22**: 105.
- Anon, 1998a. Gelling Mechanism (atas talian)
<http://www.cpkelco.com/pectin/gellingmechanism.html>. Dicetak pada 16/03/2005.
- Anon, 1998b. GENU Pectin Applications (atas talian)
<http://www.Genu Applications>. Dicetak pada 16/03/2005.
- Anon, 2001a. Deesterified Pectins, Processes for Producing Such Pectins, and Stabilized Acidic Liquid Systems Comprising the Same Cross-Reference to Related Application. The present application expressly incorporates by reference herein the entire disclosure of U.S.
- Anon, 2001b. Pectin Structure (atas talian)
<http://www.IPPA International Pectin Producers Association>. Dicetak pada 16/03/2005.
- Anon, 2005. Betik (atas talian)
<http://www.papaya/betikfama>. Dicetak pada 16/03/2005.
- Anon, 2006. Tropical fruits Malaysia (atas talian)
<http://www.papaya/malaysiantropicalfruitinformationsystem.html>. Dicetak pada 16/03/2005.
- AOAC, 1984. Official Methods of Analysis, 13th edition. Association of Official Analytical Chemists, Washington DC.
- Aravantinos-Zafiris, G. & Oreopoulu, V. 1992. The effect of nitric acid extraction variables on orange pectin. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. **60**: 127-129.
- Arriola, M. C., Madrid, M. C. & Rolz, C. 1975. Some Physical and chemical changes in papaya during its storage. *Proc. Trop. Reg. Am. Soc. Hortic. Sci.* **19**: 97.
- Arya, S. S., Natesan, V. & Vijayaraghavan, P. K. 1983. Stability of Caretenoids in Freeze Dried Papaya (*Carica papaya*). *Journal Food Technology*. **18(6)**: 177-181.
- Baker, G. L. 1948. High-polymer pectins and their de-esterification. *Adz: bt Food Res.* 395-427.



- Baker, R. A. 1994. Potential Dietary Benefits of Citrus Pectin and Fiber. *Food Technology*. (November): 133-139.
- Baker, R. A. 1997. Reassessment of some fruit and vegetable pectin levels. *Journal of Food Science*. **62(2)**: 225-229.
- Battise, C., Fils-Lycaon, B. & Buret, M. 1994. Pectin Changes in Ripening Cherry Fruit. *Journal of Food Science*. **59(2)**: 389-392.
- Beckett. 1995. Press Report Gum and Jelly products. Diverse texture from different pectin (atas talian)
<http://www.herbeith-fox.de/products/english/html>. Dicetak pada 18/08/2005.
- Berardini, N., Matthias, K., Schieber, A. & Carle, R. 2005. Utilization of mango peels as a source of pectin and polyphenolics. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. **6**: 442 – 452.
- Blanshard, J. M. V. V. & Muhr, A. H. 1982. The Molecular Basic of Long –term in Polysaccharide based System. *Food Chemistry*. **47**: 35-46.
- Bowling, S. A. 1988. On The Jelling Of Jelly. Alaska Science Forum.
- Braccini, I., Grasso, R. P. & Pe'rez, S. 1999. Conformational and configurational features of acidic polysaccharides and their interactions with calcium ions: a molecular modeling investigation. *Carbohydrate Research*. **317**: 119–130.
- Braddock, R. J. 1999. Handbook of Citrus By-products and Processing Technology. John Wiley & Sons, United States of America.
- Brady, R. A. 1997. Reasseessment of some fruit and vegetables pectin levels. *Journal of Food Science*. **62(2)**: 225-229.
- Burdock, G. A. 1997. Encyclopedia of Food and Colour Additives. CRC Press, Inc., United States of America.
- Capel, F., Nicolai, T., Durand, D., Boulenguer, P. & Langendorff, V. 2005. Calcium and acid induced gelation of (amidated) low methoxyl pectin. *Food Hydrocolloids*. 1-7.
- Carpita, N. C. & Gibeaut, D. M. 1993. Structural models of primary cell walls in flowering plants: consistency of molecular structure with the physical properties of the walls during growth. *The Plant Journal*. **3**: 1–30.
- Chang, K. C., Dhurandhar, N., You, X. & Miyamoto, A. 1994a. Cultivar/location and processing methods affect yield and quality of sunflower pectin. *Journal of Food Science*. **59(3)**: 602–605.
- Chang, K. C., Dhurandhar, N., You, X. & Miyamoto, A. 1994b. Sunflower Head Residue Pectin Extraction as Affected by Physical Conditions. *Journal of Food Science*. **59**: 1207-1210.
- Chang, K. C. & Miyamoto, A. 1992. Gelling Characteristics of Pectin from Sunflower Head Residue. *J. Food Sci.* **57**: 1435-1438.

- Chaplin, W. 2005. Pectin Structure (atas talian)
<http://www.lsbu.ac.uk/water>. Dicetak pada 20/03/2005.
- Chou, T. D. & Kokini, J. L. 1987. Rheological Properties and Conformation of Tomato Paste Pectins, Citrus and Apple Pectins. *Journal of Food Science*. **53(6)**: 1658-1664.
- Ch'ng, G. C. & Ibrahim, H. A. 1980. Nutritive Value and Utilisation of Malaysian Fruits. *Agriculture Journal*. **23(4)**: 114-119.
- Danisco. 2005. Food Hydrocolloids (atas talian)
http://www.danisco.com/cms/connect/corporate/products%20and%20services/product%20range/hydrocolloids/pectin/pectin_en.htm. Dicetak pada 08/08/2005.
- De Assis, S. A., Lima, D. C. & De Faria Oliveria, O. M. M. 2001. Activity of pectinmethyl esterase, pectin content and vitamin C in acerola fruit at various stages of fruit development. *Food Chemistry*. **74**: 133-137.
- Deis, R. C. 1999. Dietary Fiber: A Healthy Discussion Design Elements.
- Deshpande, S. N., Klinker, W. J., Draudt, H. N. & Desrosier, N. W. 1965. Role of pectin constituents and polyvalent ions in firmness of canned tomatoes. *J. Food Sci.* **30**: 594-600.
- De Vries, J. A., Voragen, A. G. J., Rombouts, F. M. & Pilnik, W. 1981. Extraction and Purification of Pectins from Alcohol Insoluble Solids from Ripe and Unripe Apples. *Carbohydrate Polymers*. **1**: 117-127.
- Elda, M., Quijano C. & Gaspar, M. M. S. 1993. Integrated Utilization Of Orange Peel. *Bioresource Technology*. **44**: 61-63.
- El-Nawawi, S. A. & Heikal, Y. A. 1995. Factors Affecting The Production Of Low-ester Pectin Gels. *Carbohydrate Polymers*. **26**: 189-193.
- El-Nawawi, S. A. & Shehata, F. R. 1987. Extraction of Pectin from Egyptian Orange Peel and the Factors Affecting the Extraction. *Biological Wastes*. **20**: 281-290.
- El-Shamei, Z. & El-Zoghbi, M. 1994. Production of natural clouding agents from orange and lemon peels. *Nahrung*. **38**: 158.
- El Tinay, A. H., Saeed, A. R. & Bedri, M. F. 1979. Fractionation and characterization of guava pectic substances. *J. Food Technol.* **14**: 343-349.
- Elvers, B., Hawkins, S. & Russey, W. 1994. Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry. VCH. Vol. 25. Federal Republic of Germany.
- Ensminger, M. E., Ensminger, A. H., Konklade, J. E. & Robson, J. R. K. 1995. The Concise encyclopedia of Foods & Nutrition. CRC Press LLC, United States of America.

- Fattah, A. F. & Edrees, M. 1972. The pectic substances of pigmented onion skins. *Pak. J. Biochem.* **2**: 33.
- Fennema, O. R. 1985. Food Chemistry Academic Press, New York.
- Fons Voragen, Schols, H. & Visser, R. 2003. Physico-chemical Properties of Pectins in the Cells Walls and after Extraction. Kluwer Academic Publishers.
- Forni, E., Penci, M. & Polesello, A. 1994. A preliminary characterization of some pectins from quince fruit (*Cydonia oblonga* Mill) and prickly pear (*Opuntia ficus indica*) peel. *Carbohydrate Polymers.* **23**: 231-234.
- Foster, S. & Tyler, V. E. 1999. Tyler's Honest Herbal: A Sensible guide to the use of Herbs & Related Remedies. Ed. Ke-4. New York: The Haworth Herbal Press.
- Fututani, S. & Osajima, Y. 1965. Colorimetric estimation of pectin. *Kyushu Duigaku Nagakuhu Gakugoi Zasshi.* **22**: 35 - 44.
- Garnier, C., Axelos, M. A. V. & Thibault, J. F. 1994. Selectivity and cooperativity in the binding of calcium ions by pectins. *Carbohydrate Research.* **256**: 71-81.
- Glicksman, M. 1969. *Gum Technology In The Food Industry.* New York: Academic Press.
- Herbstreith Fox Corporate Group. 2005. Pectin a product of nature (atas talian)
<http://www.herbstreith-fox.de/pdf/ehfnatur>. Dicetak pada 18/03/2005.
- Hoefler, A. C. 1998. Chemistry, Functionality and Applications (atas talian)
<http://www.herc.com/foodgums/products.html>. Dicetak pada 18/03/2005.
- Hoefler, A. C. 1991. Other pectin food products. H. W. Reginald (Ed.), The chemistry and technology of pectin (pp. 51–66). New York: Academic Press
- Hoefler, A. C. 2003. Effect of Calcium Concentration, Degree of Amidation, Soluble Solids And Carbohydrate Type On The Gel Strength of Low Ester Citrus Pectin. University of Delaware.
- Hoejgaard, S. 2000. Pectin Chemistry, Functionality, & Application. A Huber Company (atas talian)
<http://www.huber.com/pectin/chemistry/functionality/applicatin.html>. Dicetak pada 18/03/2005.
- Hwang, J., Roshdy, T. H., Kontominas, M. & Kokini, J. L. 1992. Comparison of dialysis and metal precipitation effects on apple pectins. *Journal of Food Science.* **57**: 1180–1184.
- Hulme, A. C. 1970. The Biochemistry of fruits and Their Products. Academic Press, London.
- Iglesias, M. T. & Lozano, J. E. 2004. Extraction and characterization of sunflower pectin. *Journal of Food Engineering.* **62**: 215–223.

- Imerson, A. 1992. The Thickening and Gelling Agents for Food. Black Academic and Professional, Great Britain.
- James, A. D. 1996. *Carica papaya L.* Handbook of Energy Crops.
- John, A. S. 1999. Tropical Fruits Products. In the Chemistry and Technology of Pectin. San Diego; Walter R. H. ed Academic Press. 67-68.
- Joye, D. D. & Luzio, G. A. 2000. Process for Selective Extraction of Pectins from Plant Material by Different pH. *Carbohydrate Research*. **43**: 337-342.
- Kalapathy, U. & Proctor, A. 2001. Effect of acid extraction and alcohol precipitation conditions on the yield and purity of soy hull pectin. *Food Chemistry*. **73(4)**: 393-396.
- Kertesz, Z. I. 1951. The pectic substances. Interscience Publishers Inc, New York.
- Khatijah, I. 1999. Nilai Pemakanan Buah-buahan dan Sayur-sayuran. Hassan Abdullah. *Pengendalian Lepas Tuai Buah-buahan dan Sayur-sayuran Tropika*. Kuala Lumpur: MARDI. 16-23.
- Khedkar, D. K., Patil, V. K. & Dabhade, R. S. 1980. Studies on Preparation of fruits from Raw Papaya (*Carica papaya* Linn.) *Journal of Food Science and Technology India*. **17**: 197-198.
- Kim, D. H., Kim, D. G., Lee, D. Y., Kim, K. E. & Kim, C. W. 2000. Physicochemical Characterisation of Pectin Extracted from Cheju Mandarin (*Citrus unshiu*) Peels with Citric Acid. *Food Sc. Biotechnology*. **9(2)**: 95-98.
- Kirtchev, N., Panchev, I. & Kratchanova, C. 1989. Pectin Extraction in the Presence of Alcohols. *Carbohydrate Polymers*. **11**: 257-263.
- Kjønnsken, A., Hiorth, M. & Bo Nystrom. 2004. Temperature-induced association and gelation of aqueous solutions of pectin. A dynamic light scattering study. *European Polymer Journal* **40**: 2427-2435.
- Kohn, R. & Furda, I. 1967. Interaction of Ca and K ions with carboxyl groups of pectin. *Collect. Czech. Chem. Commun.*, **32**: 4470-4484.
- Kratchanova, M., Panchev. I., Pavlova, E. & Shtereva, L. 1994. Extraction of pectin from fruit materials pretreated in an electromagnetic field of super-high frequency. *Carbohydrate Polymers*. **25**: 141-144.
- Kratchenko, T. P., Voragen, A. G. J. & Pilnik, W. 1992. Analytical Comparisons of three industrial pectin preparation. *Carbohydrate Polymers*. **18**: 17-22.
- Laporan Bahan Makanan dan Komoditi Terpilih. 2004. *Malaysia: Eksport dan Import Bahan Makanan dan Komoditi Terpilih, Jan-Feb 03/04*. MARDI, Selangor.

- Larrauri, J. A., Rupe'rez, P., Borroto, B. & Saura-Calixto, F. 1996. Mango peels as a new tropical fibre: Preparation and characterization. *Lebensmittel-Wissenschaft und -Technologie*. **29:** 729–733.
- Leung, A. Y. 1996. Encyclopedia of Common Natural Ingredients. 2nd ed. United States of America: John Wiley & Sons.
- Levi, A., Gagel, S. & Juven, B. J. 1983. Intermediate Moisture Tropical Fruit Products from Developing Countries. I. Technological data of papaya. *Journal of Food Technology*. **18:** 667-685.
- Levinge, S., Ralet, M. & Thibault, J. 2002. Characterazation of Pectics Extracted from Fresh Sugar Beet Under Different Conditions Using an Experimental Design. *Carbohydrate Polymers*. **49(2):** 145-153.
- Lin, M. J. Y., Nguyen, T. T. & Mcintyre, D. 1978. Acidic Isolation of Sunflower Pectin. *Can. Inst. Food Sci. Technol J.* **11:** 75-78.
- Lodge, N., Nguyen, T. T. & Mcintyre, D. 1987. Characterization of a Crude Kiwi fruit Pectin Extract. *Journal of Food Science*. **54(4):** 1095-1096.\
- Lootens, D., Capel, F., Durand, D., Nicolai, T., Dominique, F., Boulenguer, P. & Langendorff, V. 2002. Influence of pH, Ca concentration, temperature and amidation on the gelation of low methoxyl pectin. *Food Hydrocolloids* **17:** 237–244.
- MacCartain, P. 2006. Pectin Basics in Cyber Colloids (atas talian).
<http://www.cybercolloids.net/library/pectinscience/references.php>. Dicetak pada 07/04/2006.
- Malaysia, 2002. Food Act and Food Regulations 1985 (Act 281).
- Manrique, G. D. & Lajolo, F. M. 2004. Cell-wall polysaccharide modifications during postharvest ripening of papaya fruit (*Carica papaya*). *Postharvest Biology and Technology*. **33:** 11–26.
- Mao, R., Tang, J. & Swanson, B. G. 2001. Water Holding Capacity and Microstructure of Gellan Gels. *Carbohydrate Polymer*. **46:** 365-371.
- Marechal, V. & Rigal, L. 1999. Characterization of by-products of sunflower culture – commercial applications for stalks and heads. *Industrial Crops and Products*. **10:** 185–200.
- Martin, B., Sylvie, L. T., Jean-Louis, D. 2001. Rheology, texture and microstructure of whey proteins/low methoxyl pectins mixed gels with added calcium. *International Dairy Journal*. **11:** 961–967.
- Mat Isa, A. & Normah, O. 1995. Pectin: Source, Production And Application. Proceedings of National Seminar on Food Technology '95 – Food Ingredients, 5-7 September 1995, Food Technology Research Center, Malaysia.

- May, C. D. 1990. Industrial pectin: sources, production and application. *Carbohydrate Polymers.* **12:** 79–99.
- McCann, M. C., Roberts, K., Wilson, R. H., Gidley, M. J., Gibeaut, D. M., Kim, J. B. & Carpita, N. C. 1995. Old and new ways to probe plant cell-wall architecture. *Canadian Journal of Botany.* **73:** 103–113.
- McCready, R. M. 1970. Pectin: In *Methods in food analysis: physical, chemical and instrumental methods of analyses.* p. 565–99. 2nd ed. London and New York: Academic Press.
- Mohd Ali Sahari, Ali Akbarian, M. & Manuchehr Hamed. 2003. Effect of Variety and Acid Washing Method on Extraction Yield and Quality of Sunflower Head Pectin. *Food Chemistry.* **83(1):** 43-47.
- Mohammad Idris Zainal Abidin. 1991. *Pengeluaran Buah-buahan.* Selangor: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Mohammad Nordin Abdul Karim. 1995. Fisiologi Lepas Tuai Pengendalian dan Penggunaan Buah-buahan dan sayur-sayuran Tropika dan Subtropika. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka. Diterjemahkan daripada "Postharvest Physiology, Handling and Utilization of Tropical and Subtropical Fruits and Vegetables". ER.B Pantastico (ed).1975.
- Morton, J. 2005. Fruits Of Warm Climates Papaya *Carica Papaya* L. 336-346.
- Nitisewojo, P. 1999. Enzimologi Makanan. Universiti Malaysia Sabah, Malaysia.
- Normah, O. 1995. Pektin: Penghasilan dan Kegunaan. *Teknologi Makanan, Jld 3:* 5-19.
- Normah, O. & Ku Hasnah, K. A. 2000. Pectin Content of Selected Local Fruit By-products. *J. Trop. Agric. and Food. Sc.* **28(2):** 195–201.
- O' Connor, M. 1999. Jam Jelly Ingrdients (atas talian)
<http://www.herc.com/foodgums/product.html>. Dicetak pada 18/03/2005.
- Ostertag,S. 2001. Functionality (atas talian)
<http://www.degussa.com/texturantsystem/productoverview/pectin/html>.
 Dicetak pada 24/02/2005.
- Owens, H. S., McCready, R. M., Shepherd, A. D., Schultz, T. H., Swenson, H. A., Miers, C. J., Erlandsen, R. F. & Maclay, W. F. 1952. Methods for Extraction and Analysis of Pectin Materials Used. *Regional Research Laboratory USDA Bur. Agric. Ind Chem.* 340.
- Pagan, J. & Ibarz, A. 1999. Extraction and Rheological Properties of Pectin from Fresh Peach Pomace. *Journal of Food Engineering.* **39(2):** 193-201.

- Pagan, J., Ibarz, A., Llocra, M., Pagan, A. & Barbosa-Canovas, G. V. 2001. Extraction and Characterisation of Pectin from Stored Peach Pomace. *Food Research International*. **34(7)**: 605-612.
- Peleg, M. 1974. Determination of fresh papaya texture by penetration test. *J. Food Sci.* **39**: 156-159.
- Picout, D. R., Richardson, R. K., Rolin, C., Abeysekera, R. M., & Morris, E. R. 2000. Ca^{2+} -induced gelation of low methoxy pectin in the presence of oxidised starch: Part 1—Collapse of network structure. *Carbohydrate Polymers*. **43**: 113–122.
- Pilgrim, G. W. 1991. Jam, jellies and preserves. New York: Academic Press.
- Ptitchkina, G. D. & Danilova, I. A. 1994. Pumpkin pectin: gel formation at unusually low concentration. *Carbohydrate Polymers*. **23**: 265-273.
- Ralet, M. C., Dronnet, V., Buchholt, H. C. & Thibault, J. F. 2001. Enzymatically and chemically deesterified lime pectins: characterisation, polyelectrolyte behaviour and calcium binding properties. *Carbohydrate Res.* **336**: 117-125.
- Rees, D. A. 1969. *Adv Carbohydr Chem Biochem*. **24**: 267.
- Rolin, C., Nielsen, B. U. & Glahn, P. E. 1998. Pectin in Polysaccharide, structural diversity and functionality versatility (Dimitrin, S. Ed), pp377-431. London: Marcel Dekker.
- Ross, I. A. 2001. Medicinal Plants of the World, Vol. 1: Chemical constituents, Traditional and Modern Medicinal Uses. Ed-2 New Jersey. Human Press Inc.
- Rouse, A. H. & Crandall, P. G. 1978. Pectin content of lime and lemon peel as extracted by nitric acid. *J. Food Sci.* **43**: 72-80.
- Roy, L. W. & James, N. M. 1993. Industri Gums: polysaccharide and their derivatives. Ed. Ke-3. California: Academic Press.
- Rukayah, A. 1992. Buah-buahan Nadir Semenanjung Malaysia. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Salmah, Y. 1995. Pektin, Gelatin dan Lesitin. Jabatan Teknologi Makanan. Fakulti Sains Makanan dan Bioteknologi. Universiti Pertanian Malaysia.
- Sanderson, G. R. 1990. Gellan gum. In P. Harries, *Food gels* (pp201-232), New York: Elsevier Science.
- Schieber, A., Hilt, P., Berardini, N. & Carle, R. 2000. Recovery of pectin and polyphenolics from apple pomace and mango peels. *Institute of Food Technology*. **32**: 117-128.
- Schols, H. A. & Voragen, A. G. J. 1996. Complex Pectins Structure Elucidation Using Enzyme, Pectins and Pectinase. *Progress in Biotechnology* **14**: (Visser, J., Voragen, A. G. J., eds,) pp3-19, Elviers.

- Sharma, V. C. & Ogbeide, O. N. 1982. Pawpaw as a renewable energy resource for the production of alcohol fuels Energy. **7(10)**: 871-873.
- Sherwin, C. P. & Foegeding, E. A. 1997. The effect of CaCl on aggregation of whey proteins. *Milchwissenschaft*. **52**: 93-96.
- Somogyi, P. L. & Romani, R. J. 1964. Irradiation induced textural change in fruits and its relation to pectin metabolism. *J. Food Sci.* **29**: 366-371.
- Somson, J. A. 1989. *Tropical fruits 2nd ed.* U.S.A: Longman Group UK Limited. John Wiley & Sons Inc.
- SPSS: Analysis Without Anguish Version 13.0 for Windows. 2003. Sheridan, J. C. & Lyndall, G. S. Publisher: John Wiley & Sons Australia, Ltd. Australia.
- Srirangarajan, A. N. & Shrikhande, A. J. 1979. Comparative aspects of pectin extracted from peels of different varieties of mango. *J. Food Technol.* **14**: 539-541.
- Sudhakar, D. V. & Maini, S. B. 1995. Pectin from fruit Processing Waste – A Review Indian Food Packer. (Jan – Feb): 39-40.
- Sudhakar, D. V. & Maini, S. B. 2000. Isolation and Charactarization of Mango Peel Pectins. *Journal of Food Processing Preservation*. **24**: 209-227.
- Suhaila, M. & Zahariah, H. 1995. Extraction and Characterisation of Pectin from Various Tropical Agrowaste. *Asean Food Journal*. **2(2)**: 43-49.
- Thakur, B. R. 1997. Chemistry and uses of pectin. Critical Reviews in Food Science and Nutrition. **37(1)**: 47-73.
- Thakur, B. R., Singh, R. K. & Hanada, A. K. 1997. Chemistry and Uses of Pectin – A Review in Food Science and Nutrition. **37(1)**: 47-73.
- Thibault, J. F. 1991. Gelation of sugar beet pectin by oxidative coupling. In H. W. Reginald (Ed.), *The chemistry and technology of pectin* (pp. 119–133). New York: Academic Press.
- Thibault, J. F., Renard, C. M. G. C. & Axelos, A. V. 1993. Studies of the length of homogalacturonic regions in pectins by acid hydrolysis. *Carbohydr. Res.* **238**: 271-286.
- Turmucin, F., Ungan, S. & Yildiz, F. 1983. Pectin Production from Sunflower Heads. METU J. *Pure Applied Sci.* **16**: 263-276.
- Walter, R. H. 1991. *The chemistry and technology of pectin*. New York USA: Academic Press.
- Wee Yee Chin. 2003. *Tropical Trees & Shrubs: A Selection for Urban Planting*. USA: Sun Tree Publishing Limited.

William, G. T. W., J. Paul, K. & Jørn, M. 2005. Pectin: new insights into an old polymer are starting to gel. Trends in *Food Science & Technology*. 1–8.

Wu, J. S. B., Chen, H. & Fang, T. 1993. Mango Juice. In S. Nagy, C. S. Chen, & P. E. Shaw (Eds.), *Fruit juice processing technology* (pp.620– 655). Auburndale' Agscience, Inc.