

**KESAN PEMBUNGKUSAN DAN SUHU
PENYIMPANAN TERHADAP KUALITI KACANG
PANJANG SEGAR (*VIGNA SESQUIPEDALIS L.*)**

AU YONG MUN HUI

**PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH**

**LATIHAN ILMIAH INI DIKEMUKAAN UNTUK
MEMENUHI SEBAHAGIAN SYARAT
MEMPEROLEH IJAZAH SARJANA MUDA
SAINS MAKANAN DENGAN KEPUJIAN (SAINS
MAKANAN DAN PEMAKANAN)**

**SEKOLAH SAINS MAKANAN DAN PEMAKANAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH
2013**



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS

JUDUL: kesan pembungkusan dan suhu penyimpanan terhadap kualiti
kacang Panjay Segar (*Vigna sesquipedalis* L.)

JAZAH: Ijazah Sarjana Muda Sains Makanan Dengan Kejuruan (Sains Makanan & Pemakanan)

SESI PENGAJIAN: 2009/2010

NAMA: AU YONG MUI HUI

(HURUF BESAR)

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

1. Tesis adalah hakmilik Universiti Malaysia Sabah.
2. Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dibenarkan membuat salinan untuk tujuan pengajian sahaja.
3. Perpustakaan dibenarkan membuat salinan tesis ini sebagai bahan pertukaran antara institusi pengajian tinggi.
4. ** Sila tandakan (/)

SULIT

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

TERHAD

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

TIDAK TERHAD

Disahkan oleh


(TANDATANGAN PENULIS)


(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

Alamat Tetap: 11, JLN REBA3 13, 7461
DETA TEBRAU 8100, JOHOR BAHRU,
JOHOR

Prof. Nadya Dr. Mohd Ismail Abdullah
Nama Penyelia

Tarikh: 23/7/13

Tarikh: 23/7/13

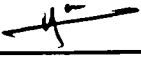
- PERCATATAN: *
- * Potong yang tidak berkenaan.
 - * Jika tesis ini SULIT atau TERHAD, sila lampiran surat daripada pihak berkuasa/organisasi berkenaan dengan menyatakan sekali sebab dan tempoh tesis ini perlu dikelaskan sebagai SULIT dan TERHAD.
 - * Tesis dimaksudkan sebagai tesis bagi Ijazah Doktor Falsafah dan Sarjana secara penyelidikan, atau disertasi bagi pengajian secara kerja kursus dan penyelidikan, atau Laporan Projek Sarjana Muda (LPSM).



PENGAKUAN

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

22 Julai 2013



Au Yong Mun Hui
BN09110025

PENGESAHAN

NAMA : AU YONG MUN HUI
NOMBOR MATRIK : BN 09110025
TAJUK : KESAN PEMBUNGKUSAN DAN SUHU PEMYIMPANAN
TERHADAP KUALITI KACANG PANJANG SEGAR
(*VIGNA SESQUIPEDALIS L.*)
IJAZAH : SARJANA MUDA SAINS MAKANAN DENGAN
KEPUJIAN (SAINS MAKANAN DAN PEMAKANAN)
TARIKH VIVA : 26 JUN 2013

DIPERAKUI OLEH

Tandatangan

1. PENYELIA

Prof. Madya Dr. Mohd Ismail Abdullah




2. PEMERIKSA 1

Dr. Siew Chee Kiong



3. PEMERIKSA 2

Dr. Lee Jau Shya



4. DEKAN

Prof. Madya Dr. Sharifudin Md. Shaarani



PENGHARGAAN

Bersyukur kepada Tuhan kerana memberikan kekuatan dan kesihatan kepada saya untuk menyiapkan latihan ilmiah ini pada masa yang ditetapkan. Di sini, saya ingin mengucapkan ribuan terima kasih kepada beberapa pihak yang sentiasa bertungkus-lumus dan sudi membantu saya sepanjang latihan ilmiah ini dijalankan. Pertama sekali, saya ingin mengucapkan setinggi penghargaan kepada peyelia saya, Prof. Madya Dr. Ismail bin Abdullah kerana sudi memberi tunjuk ajar serta bimbingan sepanjang latihan ilmiah ini. Pensyarah-pensyarah serta kakitangan SSMP yang turut memberi kerjasama dan berkongsi pengetahuan sepanjang penyelidikan untuk latihan ilmiah ini dijalankan. Tidak lupa juga kepada ahli keluarga saya yang sentiasa memberi sokongan dan memberikan sepenuh kepercayaan kepada saya. Rakan-rakan saya di SSMP, yang memberi sokongan moral dan rohani dan menghulurkan bantuan di saat saya memerlukan. Akhir kata, segala pengajaran yang diberi serta pengalaman yang saya kutip sepanjang penyelidikan dan penulisan latihan ilmiah ini dijalankan, akan saya manfaatkan sepenuhnya pada masa akan datang.

Au Yong Mun Hui
22 Julai 2013



ABSTRAK

Objektif utama kajian ini adalah untuk menilai kesan pembungkusan dan suhu penyimpanan terhadap kualiti kacang panjang segar. Dengan ini, jenis pembungkusan dan suhu penyimpanan yang paling sesuai untuk menyimpan kacang panjang dapat ditentukan. Kacang panjang tanpa dipotong dan telah dipotong disimpan pada suhu $5\pm 2^{\circ}\text{C}$, $12\pm 2^{\circ}\text{C}$ dan $22\pm 2^{\circ}\text{C}$ dengan kombinasi tiga jenis pembungkusan yang berbeza iaitu tiada pembungkusan, beg plastik polietilena berketumpatan rendah (LDPE) tanpa lubang dan beg plastik polietilena berketumpatan rendah (LDPE) berlubang. Perubahan kualiti kacang panjang dinilai dengan menggunakan ujian penilaian deria (warna, tekstur dan penerimaan keseluruhan), ujian fizikokimia (kehilangan berat, pH dan kandungan asid askorbik) dan ujian mikrobiologi (kiraan jumlah plat) selepas 0, 3, 6, 9, 12 hari penyimpanan. Kacang panjang tanpa dipotong dan telah dipotong yang dibungkus dalam beg plastik polietilena berketumpatan rendah (LDPE) tanpa lubang dan disimpan pada $5\pm 2^{\circ}\text{C}$ didapati adalah paling digemari oleh pengguna kerana mempunyai nilai min skor tertinggi dalam ujian penilaian deria (warna, tekstur dan penerimaan keseluruhan). Pemerhatian atas perubahan dalam kehilangan berat, pH dan kandungan asid askorbik dilakukan. Suhu penyimpanan dan jenis pembungkusan didapati mempunyai kesan signifikan ($p < 0.05$) terhadap kehilangan berat tetapi tiada kesan signifikan ($p > 0.05$) terhadap pH dan kandungan asid askorbik. Aktiviti mikrob dapat dikesan sepanjang tempoh penyimpanan. Jangka hayat bagi kacang panjang tanpa dipotong adalah 9 hari manakala jangka hayat bagi kacang panjang yang telah dipotong adalah 6 hari.

ABSTRACT

EFFECT OF DIFFERENT PACKAGING AND STORAGE TEMPERATURES ON THE QUALITY OF FRESH LONG BEAN (*VIGNA SESQUIPEDALIS* L.).

The main objective of this study was to evaluate the effect of different packaging and storage temperature on the quality of fresh long beans. Through this study, the most suitable type of packaging and storage temperature for storing long bean was determined. Cut and uncut fresh long beans were stored at temperature of $5\pm 2^{\circ}\text{C}$, $12\pm 2^{\circ}\text{C}$ and $22\pm 2^{\circ}\text{C}$ combining with three different types of packaging which were non-packaging, non-perforated low density polythene (LDPE) bags and perforated low density polythene (LDPE) bags. The quality changes of long beans were assessed by using sensory tests (colour, texture and overall acceptance), physicochemical test (weight loss, pH and ascorbic acid content) and microbiological test (Total Plate Count) after 0, 3, 6, 9, 12 days of storage. Cut and uncut fresh long beans which packed in non-perforated low density polythene (LDPE) bags in $5\pm 2^{\circ}\text{C}$ was most preferred by consumer evidenced by its highest mean score in sensory tests (colour, texture and overall acceptance). Changes in weight loss, pH and ascorbic acid were observed. There was a significant ($p<0.05$) effect on the percentage of weight loss among the different type of packaging and storage temperature. No significant effect ($p>0.05$) shown on the pH and ascorbic acid content. Microbial activity was detected during storage period. Shelf life for uncut fresh long beans was 9 days while shelf life for cut fresh long beans was 6 days.



SENARAI KANDUNGAN

	Halaman
TAJUK	i
PENGAKUAN	ii
PENGESAHAN	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
SENARAI KANDUNGAN	vii
SENARAI JADUAL	x
SENARAI GAMBAR	xii
SENARAI RAJAH	xiii
SENARAI SINGKATAN	xiv
SENARAI SIMBOL	xv
SENARAI FORMULA	xvi
SENARAI LAMPIRAN	xvii
BAB 1: PENGENALAN	
1.1 Pengenalan	1
1.2 Objektif	3
BAB 2: ULASAN KEPUSTAKAAN	
2.1 Kacang Panjang	4
2.1.1 Keadaan Penanaman	6
2.1.2 Indek Kematangan	6
2.1.3 Kegunaan	7
2.1.4 Kandungan Nutrien	8
2.1.5 Pembungkusan	9
2.1.6 Lokasi Penanaman dan Pengeluaran Kacang Panjang	9
2.2 Kualiti	12
2.2.1 Warna	12
2.2.2 Tekstur	13
2.2.3 Kandungan Asid Askorbik	13
2.2.4 pH	14
2.3 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kualiti Kacang Panjang Segar	14
2.3.1 Suhu	14
2.3.2 Komposisi Atmosfera	15
a. Oksigen dan Karbon Dioksida	16
b. Etilena	16
2.3.3 Kandungan Air	16



2.3.4	Kerosakan Mekanikal	18
2.3.5	Gangguan Fisiologi	18
2.3.6	Mikroorganisma	19
2.4	Pembungkusan	20
2.4.1	Fungsi Pembungkusan	21
	a. Perlindungan/Pengawetan	21
	b. Pengurangan Kerugian Makanan	22
	c. Pemasaran dan Maklumat	23
2.4.2	Pemilihan Bahan Pembungkus	23
2.4.3	Sifat-sifat Perlindungan yang Sedia Ada pada Bahan Pembungkus	24
2.4.4	Pembungkusan Plastik	27
	a. Polietilena (PE)	28
 BAB 3: BAHAN DAN KAEDAH		
3.1	Bahan Kimia dan Peralatan	30
3.2	Reka Bentuk Eksperimen	31
3.3	Penyediaan Sampel	31
3.4	Pembungkusan dan Penyimpanan	32
3.5	Ujian Penilaian Deria	34
	3.5.1 Ujian Pemeringkatan Jenis BIB	35
	3.5.2 Analisis Deskriptif	36
3.6	Ujian Fizikokimia	37
	3.6.1 Penentuan Kehilangan Berat	37
	3.6.2 Penentuan pH	38
	3.6.3 Penentuan Kandungan Asid Askorbik	38
	a. Penyediaan Pewarna Indofinol	39
	b. Penyediaan Larutan 20% Asid Metafosforik	39
	c. Penyediaan Larutan 5% Asid Metafosforik	39
	d. Penyediaan Asid Askorbik Piawai	39
	e. Pemiawaian Bahan Pewarna	39
	f. Penyediaan Sampel	40
	g. Pentitratan	40
	h. Pengiraan	40
3.7	Ujian Mikrobiologi	41
	3.7.1 Penyediaan Medium	41
	3.7.2 Penyediaan Sampel	42
	3.7.3 Pencairan Bersiri	42
	3.7.4 Penentuan Kiraan Jumlah Plat	42
3.8	Analisis Statistik	43

SENARAI JADUAL

	Muka Surat	
Jadual 2.1	Zat pemakanan kacang panjang (bagi setiap 100g)	8
Jadual 2.2	Keluasan berhasil dan pengeluaran sayur-sayuran Malaysia mengikut jenis, 2007-2011	11
Jadual 2.3	Sifat-sifat sebahagian daripada filem plastik yang digunakan di dalam pembungkusan makanan	25
Jadual 3.1	Senarai bahan kimia berserta dengan jenamanya	30
Jadual 3.2	Senarai peralatan berserta dengan jenamanya	30
Jadual 3.3	Rawatan yang diberi terhadap kacang panjang tanpa dipotong dan telah dipotong	31
Jadual 4.1	Penamaan singkatan bagi rawatan kacang panjang	45
Jadual 4.2	Keputusan ujian peringkat BIB bagi kacang panjang tanpa dipotong	45
Jadual 4.3	Kesan jenis rawatan yang diberi terhadap penilaian deria warna kacang panjang tanpa dipotong	47
Jadual 4.4	Kesan jenis rawatan yang diberi terhadap penilaian deria tekstur kacang panjang tanpa dipotong	49
Jadual 4.5	Kesan jenis rawatan yang diberi terhadap penerimaan keseluruhan kacang panjang tanpa dipotong	50
Jadual 4.6	Kehilangan berat kacang panjang tanpa dipotong dengan suhu penyimpanan dan pembungkusan yang berbeza sepanjang 12 hari penyimpanan	53
Jadual 4.7	Perubahan pH kacang panjang tanpa dipotong dengan suhu penyimpanan dan pembungkusan yang berbeza sepanjang 12 hari penyimpanan	56
Jadual 4.8	Perubahan kandungan asid askorbik kacang panjang tanpa dipotong dengan suhu penyimpanan dan pembungkusan yang berbeza sepanjang 12 hari penyimpanan	57
Jadual 4.9	Pengiraan Jumlah Plat (TPC) (CFU/g) kacang panjang tanpa dipotong sepanjang 12 hari penyimpanan	59

Jadual 4.10	Keputusan ujian peringkatan BIB bagi kacang panjang yang telah dipotong	62
Jadual 4.11	Kesan jenis rawatan yang diberi terhadap penilaian deria warna kacang panjang yang telah dipotong	64
Jadual 4.12	Kesan jenis rawatan yang diberi terhadap penilaian deria tekstur kacang panjang yang telah dipotong	66
Jadual 4.13	Kesan jenis rawatan yang diberi terhadap penerimaan keseluruhan kacang panjang yang telah dipotong	67
Jadual 4.14	Kehilangan berat kacang panjang yang telah dipotong dengan suhu penyimpanan dan pembungkusan yang berbeza sepanjang 12 hari penyimpanan	69
Jadual 4.15	Perubahan pH kacang panjang yang telah dipotong dengan suhu penyimpanan dan pembungkusan yang berbeza sepanjang 12 hari penyimpanan	72
Jadual 4.16	Perubahan kandungan asid askorbik kacang panjang yang telah dipotong dengan suhu penyimpanan dan pembungkusan yang berbeza sepanjang 12 hari penyimpanan	74
Jadual 4.17	Pengiraan Jumlah Plat (TPC) (CFU/g) kacang panjang yang telah dipotong sepanjang 12 hari penyimpanan	75

SENARAI GAMBAR

	Muka Surat	
Gambar 2.1	Kacang panjang yang dibungkus dengan getah	9
Gambar 2.2	Lubang kecil dan jalur-jalur perang yang wujud di atas permukaan kacang panjang	19

SENARAI RAJAH

		Muka Surat
Rajah 2.1	Faktor asas pemilihan pembungkus dan sistem pembungkusan makanan yang sesuai	24
Rajah 3.1	Carta alir yang menunjukkan prosedur sepanjang kajian	35

SENARAI SINGKATAN

ANOVA	Analysis of Variance
AOAC	Association of Official Analytical Chemist
CFU	Colony Forming Unit
DCPIP	Diklorofenolindofenol
NaOH	Natrium Hidroksida
O₂	Oksigen
CO₂	Karbon dioksida
PCA	Plat Count Agar
pH	Nilai log Kepekatan ion Hidrogen
USDA	United States Drug Administration
JPN	Jabatan Pertanian Negeri
MARDI	Malaysian Agriculture Research and Development Institute
MOA	Kementerian Pertanian
PE	Polietilena
LDPE	Polietilena berketumpatan rendah
SSMP	Sekolah Sains Makanan dan Pemakanan

SENARAI SIMBOL

%	Peratus
°C	Darjah Celcius
°F	Darjah Fahrenheit
-	Hingga
>	Lebih
<	Kurang
±	Lebih kurang
cm	Sentimeter
g	Gram
m	Meter
mm	Millimeter
mg	Milligram
ml	Milliliter
µm	Micrometer
L	Liter
kg	Kilogram
Ha	Hektar
ppm	Part per million
a_w	Aktiviti air
Mt	Tan Matrik
Q₁₀	<i>Temperature quotient</i>

SENARAI FORMULA

	Muka Surat	
Formula 3.1	Penentuan Kehilangan Berat	38
Formula 3.2	Pengiraan Asid Askorbik Piawai (mg) dalam 1 ml Pewarna Indofinol	40
Formula 3.3	Pengiraan Asid Askorbik	41
Formula 3.4	Pengiraan Koloni Bakteria	43

SENARAI LAMPIRAN

	Muka Surat
Lampiran A Carta Warna PANTONE	90
Lampiran B Aturan Sampel bagi Ujian Pemeringkatan Jenis BIB	91
Lampiran C Borang Ujian Pemeringkatan Jenis BIB	92
Lampiran D Borang Analisis Deskriptif	93
Lampiran E Keputusan Ujian Pemeringkatan BIB bagi kacang panjang tanpa dipotong	94
Lampiran F Keputusan warna dengan menggunakan ANOVA Dua Hala bagi kacang panjang tanpa dipotong	97
Lampiran G Keputusan tekstur dengan menggunakan ANOVA Dua Hala bagi kacang panjang tanpa dipotong	98
Lampiran H Keputusan penerimaan keseluruhan dengan menggunakan ANOVA Dua Hala bagi kacang panjang tanpa dipotong	99
Lampiran I Keputusan kehilangan berat dengan menggunakan ANOVA Dua Hala bagi kacang panjang tanpa dipotong	100
Lampiran J Keputusan pH dengan menggunakan ANOVA Dua Hala bagi kacang panjang tanpa dipotong	101
Lampiran K Keputusan kandungan asid askorbik dengan menggunakan ANOVA Dua Hala bagi kacang panjang tanpa dipotong	102
Lampiran L Keputusan Ujian Pemeringkatan BIB bagi kacang panjang telah dipotong	103
Lampiran M Keputusan warna dengan menggunakan ANOVA Dua Hala bagi kacang panjang yang telah dipotong	106
Lampiran N Keputusan tekstur dengan menggunakan ANOVA Dua Hala bagi kacang panjang yang telah dipotong	107
Lampiran O Keputusan penerimaan keseluruhan dengan menggunakan ANOVA Dua Hala bagi kacang panjang yang telah dipotong	108
Lampiran P Keputusan kehilangan berat dengan menggunakan ANOVA Dua Hala bagi kacang panjang yang telah dipotong	109



Lampiran Q	Keputusan pH dengan menggunakan ANOVA Dua Hala bagi kacang panjang yang telah dipotong	110
Lampiran R	Keputusan kandungan asid askorbik dengan menggunakan ANOVA Dua Hala bagi kacang pajang yang telah dipotong	111



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Pengenalan

Kacang panjang tergolong dalam keluarga *Leguminacea*. Ia dipercayai berasal daripada India ataupun Afrika, namun kini ia ditanam di merata kawasan yang beriklim tropika dan subtropika seperti Asia, Afrika dan Amerika Syarikat (Ernest, 2011). Kacang panjang adalah sejenis tanaman memanjat yang tidak bermusim.

Faktor-faktor seperti mudah didapati sepanjang tahun, mudah dikendalikan, harga yang murah dan nilai nutrien yang tinggi telah menjadikan kacang panjang sebagai salah satu sayuran yang popular di kalangan penduduk Malaysia. Di pasaran, hampir 85% kacang panjang dijual dalam bentuk segar (tanpa dipotong), 10% kacang panjang diproses minima dan 5% diproses untuk dijadikan produk. Pada tahun 2011, jumlah pengeluaran kacang panjang di Malaysia mencecah sehingga 45,829 Tan Metrik (Kementerian Pertanian, 2012).

Kacang panjang merupakan komoditi yang cepat rosak. Maka, pengekalan kualiti kacang panjang tersebut sepanjang penyimpanan sebelum dijual ke pasaran adalah penting. Ini disebabkan kualiti dan mutu kacang panjang merupakan faktor utama yang mempengaruhi penerimaan serta kuasa pembelian pengguna. Kualiti pada dasarnya didefinisikan sebagai ciri-ciri keseluruhan produk yang bergantung kepada kebolehnya untuk memuaskan keperluan pengguna (Kader, 2002b). Secara keseluruhan, kualiti kacang panjang khususnya meliputi aspek nilai nutrisi, darjah kerosakan dan kelayuan ketika pemrosesan, penstoran, pengagihan dan penjualan kepada pengguna.



Kesegaran merupakan elemen penting dalam penilaian kualiti kacang panjang oleh para pengguna. Ini kerana kacang panjang mempunyai hayat simpanan yang singkat dan juga mudah rosak. Definisi hayat simpanan adalah berlainan antara satu negara dengan negara lain. Menurut Tijsken (2000), hayat simpanan didefinisikan sebagai suatu tempoh masa bawah syarat penyimpanan yang tertentu dengan keselamatan produk makanan dapat dikekalkan. Dengan kata lain, ketika tempoh masa tersebut, makanan hendaklah dapat mengekalkan ciri-ciri sensori, fizikokimia dan mikrobiologi.

Penyimpanan kacang panjang pada suhu dan jenis pembungkusan yang sesuai adalah penting sebelum kacang panjang dipasarkan. Kombinasi ini dapat menghasilkan keadaan sesuai dalam bungkusan untuk melambatkan kesenesenan dan mengurangkan pertumbuhan mikroorganisma justeru dapat mengekalkan kualiti dan memanjangkan hayat penyimpanan kacang panjang (Chun, 2010; Kadar, 2005; Proulx *et al.*, 2010).

Penilaian kualiti kacang panjang yang berterusan adalah penting bagi mengekalkan kesegaran kacang panjang. Dengan bantuan teknologi yang canggih, kerosakan kacang panjang dapat dinilai dan diminimumkan terutamanya ketika peringkat pengeluaran dan pemprosesan. Penilaian sensori merupakan kaedah yang paling popular dan sering digunakan bagi mengukur darjah kesegaran kacang panjang. Penilaian dilakukan berdasarkan tekstur, warna, rupa dan penerimaan untuk menentukan kualiti kacang panjang tersebut. Kaedah ini tidak memerlukan ahli panel yang terlatih dan juga tidak memerlukan kos yang tinggi. Ujian-ujian lain yang terlibat merupakan penentuan kehilangan berat, pH, kandungan asid askorbik dan ujian mikrobiologi.

Walau apa jua bentuk kaedah penilaian yang digunakan, proses pengendalian yang betul serta suhu penyimpanan dan jenis pembungkusan yang terbaik perlu dititikberatkan bagi mengekalkan kesegaran dan kualiti kacang panjang

sebelum dipasarkan. Malah, dengan mengaplikasikan teknik penyimpanan dan jenis pembungkusan yang sedia ada dapat memperlambatkan kadar biokimia, fisiologi, fizikal dan aktiviti mikrob yang mengakibatkan kerosakan kacang panjang. Tambahan, ini dapat merencat ciri-ciri tampak yang berkait dengan pengurangan kualiti seperti warna dan tekstur.

1.2 Objektif Kajian

Berikut merupakan objektif-objektif kajian ini:

1. Menentukan rawatan terbaik bagi kacang pajang tanpa dipotong dan telah dipotong melalui penilaian deria.
2. Mengkaji kesan pembungkusan dan suhu penyimpanan ke atas kualiti kacang panjang tanpa dipotong dan telah dipotong melalui fizikokimia dan mikrobiologi.
3. Penentuan tempoh hayat penyimpanan kacang panjang tanpa dipotong dan telah dipotong melalui analisis mikrobiologi.

BAB 2

ULASAN KEPUSTAKAAN

2.1 Kacang Panjang

Vigna unguiculata sesquipedalis L. tergolong dalam keluarga *Leguminacea*. Mengikut keluarganya, kacang panjang amat berkait rapat dengan kacang tunggak (*Vigna unguiculata* L. Walp) ataupun dikenali sebagai *Cowpea* (Nue, 2010; Razali *et al*, 2006). Nama genus *Vigna* adalah berasal daripada nama orang Itali, *Dominico Vigna*, beliau adalah seorang pakar botani pada abad ke-17. Perkataan *unguiculata* dan *sesquipedalis* adalah berasal daripada perkataan latin. Perkataan *unguiculata* bermaksud tumbuhan yang mempunyai kelopak bunga yang bertangkai kecil manakala perkataan *sesquipedalis* bermaksud kepanjangan tumbuhan adalah sebanyak $1\frac{1}{2}$ kaki (Ernest, 2011; Susanna, 2009).

Vigna unguiculata sesquipedalis L. dikenali sebagai kacang panjang di Malaysia. Selain daripada kacang panjang, *Vigna unguiculata sesquipedalis* L. juga dinamakan sebagai *yarn long bean*, *asparagus bean*, *long snap bean* dan *snake bean* dalam bahasa Inggeris, *cai dou*, *chang dou*, *dou jiao* dan *chang jiang dou* di China, *chori* di India dan *juroku-sasage* di Jepun (Liang, 2012; Susanna, 2009; Rubatzky dan Yamaguchi, 1999). Menurut Ernest (2011), kacang panjang dipercayai berasal dari India ataupun Afrika, tetapi kini ia ditanam secara meluas di merata kawasan yang beriklim tropika dan subtropika seperti Asia, Afrika dan Amerika Syarikat.



Menurut keluarga dan ciri-cirinya, *Vigna unguiculata sesquipedalis* L. tergolong dalam kumpulan kekacang ataupun sayuran buah (Jabatan Pertanian Perak, 2010; Jabatan Pertanian Sabah, 2003; Susanna, 2009). Kacang panjang adalah jenis tanaman memanjat dengan menggunakan sulut paut untuk melilit pada sokongan dan pertumbuhannya mampu mencapai sehingga 4m. Semasa pertumbuhan, kacang panjang menghasilkan bunga yang berwarna putih kuning ataupun ungu dalam ukuran 2-2.5cm. Pada masa yang sama, lenggai dapat tumbuh sehingga 45-90cm bergantung kepada varieti dan biasanya tergantung secara berpasangan (Ernest, 2011; Jabatan Pertanian Pulau Pinang, 2010).

Kacang panjang merupakan tanaman yang mudah ditanam kerana tidak memerlukan tanah yang subur, penjagaan yang banyak selepas penanaman dan kurang masalah terhadap penyakit dan serangga (Ernest, 2011; Rubatzky dan Yamaguchi, 1999; Susanna, 2009). Selain daripada ladang dan kebun, kacang panjang juga selalu ditanam di laman belakang rumah. Faktor-faktor seperti mudah didapati sepanjang tahun, mudah dikendalikan, harga yang murah dan mengandungi nutrien yang tinggi telah menjadikan kacang panjang sebagai salah satu sayuran yang popular di kalangan penduduk Malaysia (Jabatan Pertanian Perak, 2010).

Kacang panjang adalah tanaman yang berkembang dengan cepat (*quick-growing plant*) dan tidak bermusim. Dengan kata lain, kacang panjang mempunyai tempoh penanaman yang pendek iaitu sekitar 45-50 hari dan hasilnya dapat dikutip selepas sebulan kacang panjang ditanam. Selain itu, kacang panjang juga merupakan komoditi yang mudah rosak dan mempunyai kitar hayat yang pendek (kurang daripada 7 hari) disebabkan sifatnya yang sensitif terhadap suhu dan mempunyai kadar respirasi yang sangat tinggi iaitu 40-60mg CO₂/kg-hr; 5°C (Kader, 2002a). Sekira kacang panjang disimpan pada suhu dan tempat yang tidak sesuai, jangka hayat dan kualitinya akan terjejas.

Kacang panjang yang berkualiti tinggi mestilah mempunyai rupa yang segar, berwarna hijau dan mempunyai isi iaitu biji hijau yang kecil. Keseluruhan lenggainya hendaklah teguh dan mudah dipatahkan semasa membengkokkannya. Apabila lenggainya mencapai kematangan, saiz biji akan meningkat dan kacang menjadi keras dan lebih berserabut (Watada dan Morris, 1967).

2.1.1 Keadaan Penanaman

Kacang panjang merupakan tumbuhan tropika ataupun subtropika. Kacang panjang memerlukan keadaan suhu yang optimum iaitu 20-30°C dan cahaya matahari sepenuhnya bagi menjamin pertumbuhan yang baik (Jabatan Pertanian Pulau Pinang, 2010; Liang, 2012; Susanna, 2009). Kacang panjang yang tumbuh di kawasan tropika mempunyai ketahanan yang tinggi terhadap suhu tinggi tetapi tidak tahan terhadap suhu rendah. Oleh itu, di kawasan yang bersuhu rendah, kacang panjang perlu ditanam di dalam rumah kaca atau ditanam di kedudukan yang bermatahari (Susanna, 2009).

Walaupun kacang panjang tahan dalam keadaan kering, ia juga memerlukan sebanyak 138-168mm air sebulan supaya memenuhi syarat untuk pertumbuhan (Jabatan Pertanian Pulau Pinang, 2010). Kacang panjang sesuai ditanam di kebanyakan jenis tanah termasuk tanah bergambut dan tanah berpasir (tanah BRIS dan tanah bekas lombong). Nilai pH tanah yang sesuai untuk penanaman kacang panjang adalah di antara 5.5-6.8 (Ernest, 2011; Jabatan Pertanian Pulau Pinang, 2010; Susanna, 2009).

2.1.2 Indeks Kematangan

Kacang panjang mestilah dituai sebelum mencapai kematangannya iaitu sebelum biji dan lenggai berkembang sepenuhnya. Kematangan kacang panjang boleh dianggarkan dengan mengira bilangan mingguan selepas menanam. Kacang panjang

Rujukan

- Adams, J. B. 1991. Enzyme inactivation during heat processing of food-stuffs. *International Journal of Food Science and Technology*. **26**:1-20.
- Akta Makanan 1983 (Akta 281) dan Peraturan-peraturan (Hingga Julai 2011), 2011. Petaling Jaya: International Law Book Services.
- AOAC International. 1999. *Official Methods of Analysis of AOAC International*. (16th edition). Gaithersburg: AOAC International.
- APHA. 1992. *Compendium of Methods for Microbiological Examination of Foods*. (3rd edition). Washington: American Public Health Association.
- Artes, F., Gomez, P. A. and Artes-Henandez, F. 2007. Physical, physiological and microbial deterioration of minimally fresh processed fruits and vegetables. *International Journal of Food Science and Technology*. **13**(3):177-188.
- Babic, I., Roy, S., Watada, A. and Wergin, W. 1996. Changes in microbial populations in fresh-cut spinach. *International Journal of Food Microbiology*. **31**:107-119.
- Barry-Ryan, C. and O'Beire, D. 1998. Quality and shelf-life of fresh-cut carrot slices as affected by slicing method. *Journal of Food Science*. **63**:851-856.
- Beuchat, L. R. 1992. Surface disinfection of raw produce. *Dairy, Food and Environmental Sanitation*. **12**:6-9.
- Bolin, H. R. and Huxsoll, C. C. 1991. Control of minimally processed carrot (*Dacus carota*) surface discoloration caused by abrasion peeling. *Journal of Food Science*. **56**:416-418.
- Brecht, J. K. 1995. Physiology of lightly processed fruits and vegetables. *Horticultural Science*. **301**:8-22.
- Buescher, R. W. and Adams, K. 1979. Influence of packaging and storage on quality of pre-snipped and cut snap beans. *Arkansas Farm Research*. **28**:14.



- Cantwell, M. 2004. Beans. *In* Gross, K. C., Wang, C. Y. and Saltveit, M. (ed.). *The Commercial Storage of Fruits, Vegetables, Florist and Nursery Crops. Agriculture Handbook*, pp. 66. USA: Department of Agriculture, Agricultural Research Service.
- Cantwell, M. and Suslow, T. 2012. Snap Beans: Recommendations for Maintaining Postharvest Quality, <http://postharvest.ucdavis.edu/pfvegetable/BeansSnap/> Retrieved 09 November 2012.
- Cecilia, M. 2008. *Quality of Fruits and Vegetables*. Boca Raton: CRC Press.
- Chun, T. W. 2010. An Overview of Postharvest Biology and Technology of Fruits and Vegetables. *Proceedings of 2010 AARDO Workshop on Technology on Reducing Postharvest Losses and Maintaining Quality of Fruits and Vegetables*, October 3-9, 2010, Taipei, Taiwan. 2-11.
- Cisneros-Zevallos, L., Saltveit, M. and Krochta, J. 1997. Hygroscopic coating control surface white discoloration of peeled (minimally processed) carrots during storage. *Journal of Food Science*. **62**:363-367.
- Code of Practice for Minimally Processed Ready-to-eat Vegetables*. Canadian Food Inspection Agency (CFIA). 1998.
- Couture, R., Cantwell, M. I., Ke, D. and Saltveit, M. E. 1993. Physiological attributes and storage life of minimally processed lettuce. *Horticultural Science*. **28**: 723-725.
- Dasar Agromakanan 2011-2020*. Kementerian Pertanian dan Industry Tani Asas Tani Malaysia. 2011.
- Eero, U. H., Kinnunen, A., Heinio, R. L., Ahvenainen, R. and Jokinen, K. 1998. The storage life of packed shredded iceberg lettuce dipped in glycine betaine solution. *Journal of Food Protection*. **62**:363-367.
- Ernest, S. 2011. *Top 100 Exotic Food Plants*. New York: CRC Press.
- Eskin, M. N. A. 1990. Biochemical changes in raw foods: fruits and vegetables. *In* Eskin, M. N. A. (ed.). *Biochemistry of Foods*, pp. 70-78. Toronto: ON Academic Press.

FAO Production Yearbook 2012. Food and Agriculture Organization (FAO). 2012.

FAOSTAT. 2012. <http://faostat3.fao.org/home/index.html> Retrieved 28 November 2012.

Fitriassari, A., Natasya, K. W., Nur Qumara, F., Ika, P. D., Meti, P. M. and Edy, M. 2007. Proliferative effect of ethanolic extract of long bean on T47D Cell. *Journal of Pharmacon*. **8**(2):44-50.

Francis, G., Thomas, A. C. and O' Beirne, D. 1999. The microbiological safety of minimally processed vegetables. *International Journal of Food Science and Technology*. **34**:1-22.

Francis, J. F. 2000. *Wiley Encyclopedia of Food Service and Technology*. (2nd edition), volume 3. New York: John and Son Inc.

Frank, A. P. and Paine, H. Y. 1983. *A Handbook of Food Packaging*. United Kingdom: Leonard Hill.

Fresh-cut Product Rules an America On-the-Go. International Fresh Cut Produce Association (IFPA). 2004.

Gill, M. I., Aguayo, E. and Kader, A. A. 2006. Quality changes and nutrient retention in frest-cut versus whole fruit during storage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. **54**(12):4284-4296.

Gosbee, M. and Marte, S. 1999. *Optimising storage conditions for selected Asian vegetables*. Horticulture Technical Annual Report 1999-2000. Northern Territory Government, Australia.

Guide: Packaging Fresh Fruit and Vegetables. Danish Technological Institute. 2008.

Hanousek, J. 1972. *Conditions for the Extension of Protective Packaging of Foodstuffs in Malaysia*. Serdang: Food Technology Research and Development Centre of Malaysia.

Henderson, J.R. and Buescher, R. W. 1977. Regulation of broken-end discoloration in snap beans. *Horticultural Science*. **12**:234.

Hough, G. 2010. *Sensory Shelf Life Estimation of Food Products*. New York: CRC Press.

ICMSF. 1998. *Microorganisms in Foods 6: Microbial Ecology of Food Commodities. International Commission on Microbiological Specifications for Foods*. London: Blackie Academic and Professional.

Ihl, M., Aravena, L., Scheuermann, E., Uquiche, E. and Bifani, V. 2003. Effect of immersion solutions on shelf-life of minimally processed lettuce. *Food Science and Technology*. **36**:591-599.

Jacxsen, L., Develieghere, F., Falcato, P. and Debevere, J. 1999. Behavior of *Listeria monocytogenes* and *Aeromonas spp.* on cut product package under equilibrium-modified atmosphere. *Journal of Food Protection*. **62**: 1128-1135.

Jany, M. N. H., Sarker, C., Mazumder, M. A. R. and Shikder, M. F. H. 2008. Effect of storage conditions on quality and shelf life of selected winter vegetables. *Journal of Bangladesh Agricultural University*. **6**(2):391-400.

Kader, A. A. 2002a. Postharvest biology and technology: an overview. In Kader, A. A. (ed.). *Postharvest Technology of Horticultural Crops* (3rd edition), pp. 39-47. USA: University of California, Agriculture and Natural Resources.

Kader, A. A. 2002b. Pre and Postharvest Factors Affecting Fresh Produce Quality, Nutritional Value and Implications for Human Health. *Proceedings of the International Congress Food Production and the Quality of Life*, September 4-8, 2002, Sassari, Italy. 109-119.

Kader, A. A. 2005. Increasing food availability by reducing postharvest losses of fresh produce. *Acta Horticulturae*. **682**:2169-2175.

Kays, S. J. and Paull, R. E. 2004. *Postharvest Biology*. USA: Exon Press.

Ke, D., Mateos, M., Siriphanich, J., Li, C., and Kader, A. A. 1993. Carbon dioxide action on metabolism of organic and amino acids in crisphead lettuce. *Postharvest Biology and Technology*. **3**:235-247.

- Kondo, K. 1990. Plastic containers. *In* Cowley, D. (ed.). *Understanding Brands*, pp. 66-70. London: Kogan Page Limited.
- Lambrecht, H. S. 1995. Sulfite substitutes for the prevention of enzymatic browning in foods. *ACS-Symposium-Series*. **600**:313–323.
- Lamikanra, O. 2002. *Fresh-cut Fruit and Vegetables: Science, Technology and Market*. Florida: CRC Press.
- Liang, H. 2012. *Cereals Most Nourishes People*. China: Wuhan Publishing House.
- Lopez-Galvez, G., Saltveit, M. E. and Cantwell, M. I. 1996. The visual quality of minimally processed lettuce stored in air or controlled atmospheres with emphasis on romaine and iceberg types. *Postharvest Biology and Technology*. **8**:179-190.
- Lu, J. and Cantwell, M. 1994. Studies on maintaining postharvest quality of yard-long beans. *Journal of Zhejiang Agricultural University*. **20**(2):117-130.
- Marsh, K. and Bugusu, 2007. Food packaging-roles, materials and environmental issues. *Journal of Food Science*. **72**(3):39-55.
- Marthlouthi, M. 1999. *Food Packaging and Preservation*. Maryland: Aspen Publisher Inc.
- Martins, R. C. and Sliva, C. L. M. 2004. The effect of home storage conditions and packaging materials on the quality of frozen green beans. *International Journal of Refrigeration*. **27**(8):850-861.
- Meilgaard, C. C. 1999. *Sensory Evaluation Techniques*. New York: CRC Press.
- Miller, E. V. and Heilman, A. S. 1952. Ascorbic acid and physiological breakdown in the fruits of the pineapples. *Science*. **116**:505–506.
- Midon. H. dan Hassan, M. H. 1986. *Kepentingan pembungkusan dalam penyimpanan dan persembahan hasil keluaran yang diproses. Dalam Teknologi Makanan* Jld. 5, Bil. 1. Selangor: Pencetakan Institut Penyelidikan dan Kemajuan Pertanian Malaysia (MARDI).

- Midon, H. dan Hassan, M. H. 1989. *Bahan pembungkusan boleh lentur untuk makanan. Dalam Teknologi makanan* jid. 8. Selangor: Pencetakan Institut Penyelidikan dan Kemajuan Pertanian Malaysia (MARDI).
- Mohd. Ali, M. Y. dan Midon, H. 1983. *Pembungkusan makanan. Dalam Teknologi makanan* jid. 2, Bil. 2. Selangor: Pencetakan Institut Penyelidikan dan Kemajuan Pertanian Malaysia (MARDI).
- Mohd. Ali, M. Y. 2000. *Pembungkusan dan Pelabelan Makanan*. Selangor: Pencetakan Institut Penyelidikan dan Kemajuan Pertanian Malaysia (MARDI).
- Mohd. Ali, Z., Chin, L. H., Marimuthu, M. dan Lazan, H. 2004. Low temperature storage and modified atmosphere packaging of Carambola fruit and their effect on ripening related texture changes, wall modification and chilling injury symptoms. *Postharvest Biology and Technology*. **33**:181-192.
- Noryati, I. dan Cheah, P. B. 1998. *Lepas Tuai. Suatu Pengenalan Fisiologi dan Pengendalian Buah-buahan dan Sayur-sayuran*. Pulau Pinang: Penerbit Universiti Sains Malaysia.
- Nue, N. J. 2010. The effect of steeping with chemicals (Trona and Alum) on the functional properties and proximate composition of asparagus bean (*Vigna sesquipedalis*). *Nature and Science*. **8** (9):111-120.
- Nunes, M. C. N., Brecht, J. K., Morais, A. M. M. and Sargent, S. A. 1998. Controlling temperature and water loss to maintain ascorbic acid levels in strawberries during postharvest handling. *Journal of Food Science*. **63**:1033–1036.
- Orzolek, M. D., Greaser, G. L. and Harper, J. K. 2002. Snap Bean Production, http://agalternatives.psu.edu/crops/snap_beans/Snap_Beans.pdf. Retrieved 07 November 2012.
- Ou, B., Huang, D., Hampsch-Woodill, M., Flanagan, J. A. and Seemer, E. K. 2002. Analysis of antioxidant activities of common vegetables employing oxygen radical absorbance capacity (ORAC) and ferric reducing antioxidant power (FRAP) assays: A comparative study. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. **50**:3122–3128.

- Pantastico, E. B. 1995. *Fisiologi Lepas Tuai: Pengendalian dan Penggunaan Buah-buahan dan Sayur-sayuran Tropika dan Subtropika*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Parfitt, J., Barthel, M. and Macnaughton, S. 2010. Food waste within food supply chains: quantification and potential for change to 2050. *Philosophical Transactions of the Royal Society Biological Science*. **365**:3065-3081.
- Piga, A., Aquino, S. D., Agabbio, M., Emonti, G. and Farris, A. 2000. Influence of storage temperature on shelf-life of minimally processed Cactus pear fruits. *Academic Press*. **33**:15-20.
- Portal Rasmi Kementerian Pertanian dan Industri Asasi Tani Malaysia. 2012. Pengeluaran Sayuran, http://www.doa.gov.my/c/document_library/get_file?uuid=677fe8d7-d912-4e37-8536-b8fecfd24028&groupId=25318. Retrieved 07 November 2012.
- Portal Rasmi Jabatan Pertanian Negeri Perak. 2010. Kacang Panjang, http://www.pertanianperak.gov.my/jpp/index.php?option=com_content&view=article&id=511:kacang-panjang-&catid=105:manual-tanaman. Retrieved 07 November 2012.
- Portal Rasmi Jabatan Pertanian Negeri Pulau Pinang. 2010. Kacang Panjang, http://jpn.penang.gov.my/index.php?option=com_content&view=article&id=76:kacang-panjang&catid=24:sayur-sayuran&Itemid=55&lang=en. Retrieved 07 November 2012.
- Portal Rasmi Jabatan Pertanian Negeri Sabah. 2003. Keluasan Tanaman Mengikut Bahagian dan Jenis Tanaman, Sabah, <http://www.sabah.gov.my/tani/pdf/perangkaan/Perangkaan2003.pdf>. Retrieved 28 November 2012.
- Portela, S. I. and Cantwell, M. I. 2001. Cutting blade sharpness affects appearance and other quality attributes of fresh-cut cantaloupe melon. *Journal of Food Chemistry and Technology*. **66**(9):1265-1270.
- Postharvest Handling Technical Bulletin* 2004. Ministry of Fisheries, Crops and Livestock, New Guyana Marketing Corporation and National Agricultural Research Institute. 2004.

- Proulx, E., Cecilia, Y. M. and Nunes, N. 2010. Quality attributes limiting snap bean (*Phaseolus vulgaris* L.) postharvest life at chilling and non-chilling temperatures. *Horticultural Science*. **45**(8):1238-1249.
- Ranganna, S. 2003. *Handbook of Analysis and Quality Control for Fruit and Vegetables Products*. (2nd edition). New York: McGraw-Hill.
- Rathje W. L., Reilly M. D. and Hughes W. W. 1985. *Household Garbage and the Role of Packaging—the United States/Mexico City Household Refuse Comparison*. Arizona: Solid Waste Council of the Paper Industry Publishing.
- Razali, M., Aminuddin, H., Azizah, A. N. dan Habsah, M. 2006. Effect of packaging on the quality of minimally processed long bean (*Vigna sesquipedalis* L.). *Journal of Tropical Agriculture and Food Science*. **34**(2):309-319.
- Richard, C. and Kirwan, M. 2011. *Food and Beverage Packaging Technology*. (2nd edition). UK: Blackwell Publishing Ltd.
- Rico, D., Martin-Diana, A. B., Barat, J. M. and Barry-Ryan, C. 2007. Extending and measuring the quality of fresh-cut and vegetables: a review. *Food Science and Technology*. **18**:373-386.
- Roberson, G. L. 2010. *Food Packaging and Shelf life. A Practical Guide*. New York: CRC Press.
- Rubatzky, V. E. and Yamaguchi, M. 1999. *World Vegetables Principles, Production and Nutritive Values*. (2nd edition). USA: Anaspen Publication.
- Sargent, S. A. 1995. Optimizing packaging and cooling methods for maintaining high quality snap beans. In Hochmuth, G. J. and Maynard, D. N. (ed.). *Florida Agricultural Conference and Trade show, Vegetable Crop Proceedings*, pp. 8-12. USA: University of Florida.
- Shewfelt, R. 1994. Quality characteristics of fruits and vegetables. In Singh, R. P. and Oliveira, F. A. R. (ed.). *Minimal Processing of Foods and Process Optimization: an Interface*, pp. 171-189. Boca Raton: CRC Press.

- Smith, J. P., Hosahalli, S., Ramaswamy and Simpson, B. K. 1990. Development in food packaging technology. *Journal of Food Science and Technology*. **5**(1):6-13.
- Soliva-Fortuny, R. C. and Martin-Belloso, O. 2003. New advances in extending the shelf life of fresh-cut fruits: a review. *Journal of Food Science and Technology*. **14**:341-353.
- Stone, H. and Sidel, J. L. 2004. *Sensory Evaluation Practices*. (3rd edition). San Diego: Elsevier Academic Press.
- Susanna, L. 2009. *Discovering Vegetables Herb and Spices*. Australia: CSIRO Publishing.
- Szczesniak, A. S. 2002. Texture is a sensory property. *Journal of Food Quality and Preference*. **13**:215-225.
- Tee, E. S., Mohd Ismail, N., Mohd Nasir, A. dan Khatijah, I. 1997. *Komposisi Zat Dalam Makanan Malaysia*. Kuala Lumpur: Institute for Medical Research.
- Tijksens, L. M. M. 2000. *Fruit and Vegetable Quality: An Integrated View*. New York: CRC Press.
- Tomkins, R. B. and Cumming, B. A. 1998. Effect of pre-packaging on asparagus quality after simulated transportation and marketing. *Horticultural Science*. **36**:25-35.
- Trail, M. A., Wahem, I. A. and Bizri, J. N. 1992. Snap bean quality changed minimally when stored in low density polyolefin film package. *Journal of Food Science*. **57**:977-979.
- Watada, A. E. and Morris, L. L. 1967. Growth and respiration patterns of snap bean fruits. *Plant Physiology*. **42**:757-761.
- Watada, A. E. and Qi, L. 1999. Quality of fresh-cut produce. *Postharvest Biology and Technology*. **15**:201-205.

- Wills, R.B. H., Lee, T. H., Graham, D., McGlasson, W. B. and Hall, E. G. 1998. *Postharvest: An Introduction to the Physiology and Handling of Fruit and Vegetables*. New South Wales: Press Limited.
- Willkox, F., Mercier, M., Hendrickx, M. and Tobback, P. 1993. Modelling the influence of temperature and carbon dioxide upon the growth of *Pseudomonas fluorescens*. *Food Microbiology*. **10**:159-173.
- Wong, D. W. S., Camirand, W. M. and Pavlath, A. E. 1994. Edible coatings for fresh fruits and vegetables, past, present and future. In Krochta, J., Baldwin, E. A. and Nisperos-Carriedo, M. O. (ed.). *Edible Coating and Films to Improve Food Quality*, pp. 25–64. Lancaster: Technomic Publishing Co.
- Wright, K. P. and Kader, A. A. 1997. Effect of slicing and controlled-atmosphere storage on the ascorbate content and quality of strawberries and persimmons. *Postharvest Biology and Technology*. **10**:39-48.
- Zong, R. J., Cantwell, M., Morris, L. and Rubatzky, V. 1992. Postharvest studies on four fruit-type Chinese vegetables. *Acta Horticulturae*. **318**:345-354.