

**KESAN RAWATAN LEPAS TUAI DAN PENYIMPANAN TERHADAP  
KUALITI LEPAS TUAI BETIK (*Carica papaya* CV. EKSOTIKA)**

**WAN NUR AZID BIN WAN HAMZAH**

**DISERTASI INI DIKEMUKAKAN UNTUK MEMENUHI SEBAHAGIAN  
DARIPADA SYARAT MEMPEROLEHI IJAZAH SARJANA MUDA SAINS  
PERTANIAN DENGAN KEPUJIAN**

**PROGRAM HORTIKULTUR DAN LANDSKAP  
SEKOLAH PERTANIAN LESTARI  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH  
2014**



**UMS**  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

## UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

## BORANG PENGESAHAN TESIS

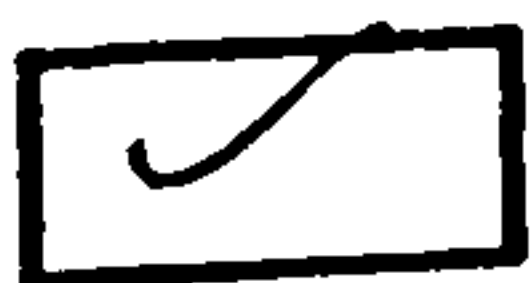
JUDUL: KESAN RAWATAN LEPAS TUAI DAN PENYIMPANAN TERHADAP KUALITI LEPAS TUAI  
BETIK (Canna papaya cv. EKSOIKA)

IAZAH: SARJANA MUDA PERTANIAN

SAYA: WAN NUR AZID WAN HAMZAH SESI PENGAJIAN: ~~2014/2015~~ 2011/2014  
 (HURUF BESAR)

Mengaku membenarkan tesis \*(LPSM/Sarjana/Doktor Falsafah) ini disimpan 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 AKTA RAHSIA RASMI 1972)



TERHAD

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



TIDAK TERHAD

PERPUSTAKAAN  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

Disahkan oleh:

NURULAIN BINTI ISMAIL  
LIBRARIAN

UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

*Nurulain*  
(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

*WA*  
(TANDATANGAN PENULIS)

Alamat Tetap: NO. 202, FLAT  
BLOK L, HOSPITAL SARIKEI,  
96100, SARIKEI, SARAWAK

*DR. JUPIKELY JAMPAL*  
 SENIOR LECTURER / ACADEMIC ADVISOR  
 SCHOOL OF SUSTAINABLE AGRICULTURE  
 (NAMA PENYELIA)  
 UNIVERSITI MALAYSIA SABAH  
 TARIKH: 16 JAN 2014

TARIKH: 16 JANUARI 2014

## Catatan:

- \*Potong yang tidak berkenaan.
- \*Jika tesis ini SULIT dan TERHAD, sila lampirkan 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 disertai bagi pengajian secara kerja kursus dan Laporan Projek Sarjana Muda (LPSM).



## **PENGAKUAN**

Saya di sini mengaku bahawa disertasi ini adalah berdasarkan kerja asal saya selain daripada semua petikan yang telah disahkan penerimaannya. Saya juga mengaku bahawa tidak ada bahagian disertasi ini telah dikemukakan sebelum atau serentak pada masa ini untuk ijazah di sini atau di universiti yang lain.



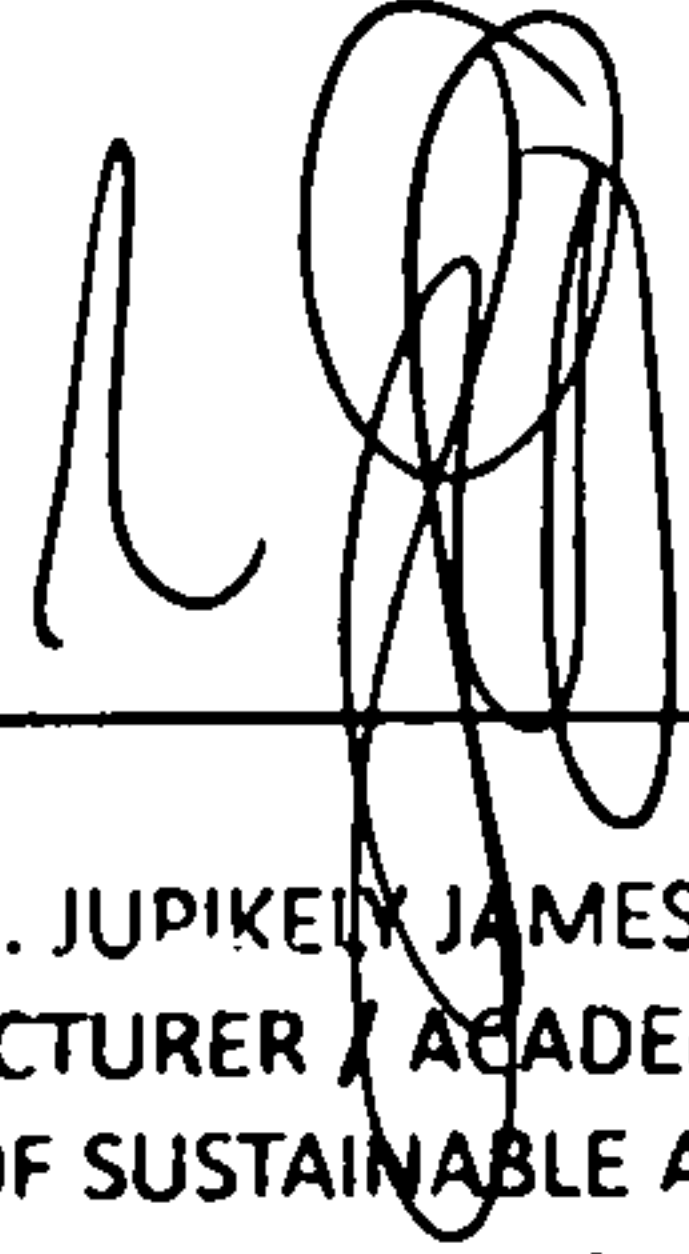
---

**WAN NUR AZID BIN WAN HAMZAH**  
**BR 10110086**  
**16 DISEMBER 2013**



**DISAHKAN OLEH**

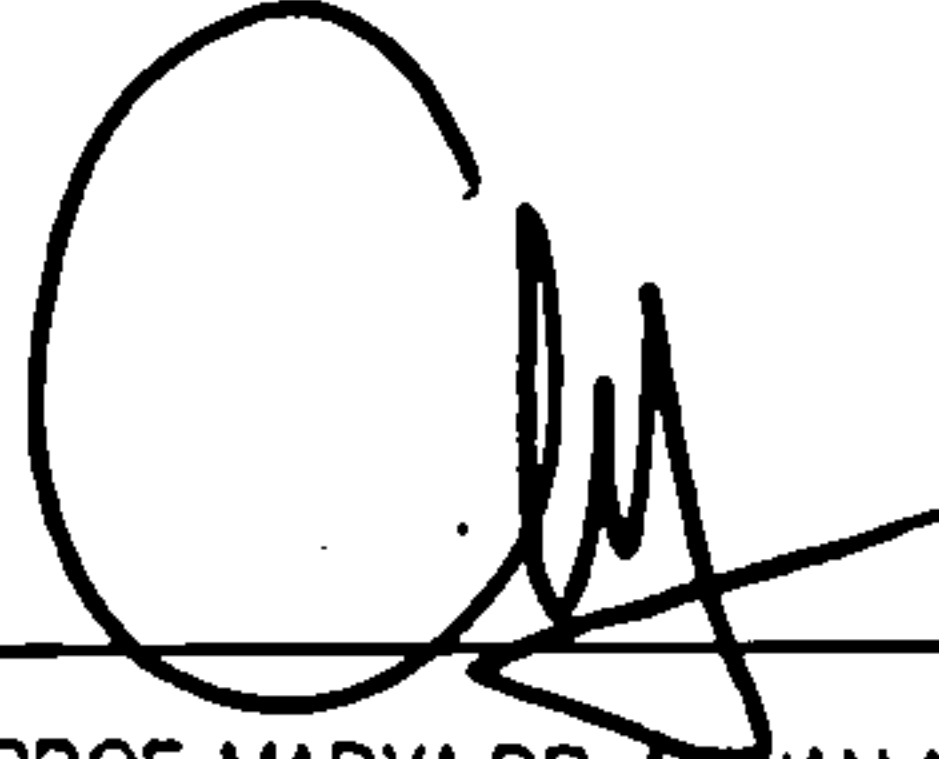
1. DR. JUPIKELY JAMES SILIP  
PENYELIA



---

DR. JUPIKELY JAMES SILIP  
SENIOR LECTURER / ACADEMIC ADVISOR  
SCHOOL OF SUSTAINABLE AGRICULTURE  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH


2. PROF. MADYA DR. AZWAN AWANG  
PEMERIKSA 1



---

PROF. MADYA DR. AZWAN AWANG  
TIMBALAN DEKAN (AKADEMIK & HEP)  
SEKOLAH PETANIAN LESTARI  
UMS KAMPUS SANDAKAN

3. EN. SIM KHENG YUEN  
PEMERIKSA 2



---

SIM KHENG YUEN  
LECTURER/ACADEMIC ADVISOR  
SCHOOL OF SUSTAINABLE AGRICULTURE  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

4. PROF. MADYA DR. SITTI RAEHANAH BINTI  
MUHAMMAD SHALEH  
DEKAN SEKOLAH PERTANIAN LESTARI



---

## PENGHARGAAN

Saya ingin merakamkan setinggi-tinggi penghargaan kepada penyelia saya , Dr. Jupikely James Silip yang merupakan serorang yang genius dan tinggi komitmen dimana dia berterusan meyakinkan saya dan menyampaikan semangat untuk melakukan penyelidikan. Saya sangat menghargai bimbingannya yang secara berterusan, sokongan moral dan bantuan berterusan. Saya ingin mengucapkan terima kasih atas kesabaran dan toleransi Dr. Jupikely James Silip semasa dan sepanjang tempoh projek ini. Tanpa sokongan dan bimbingannya disertasi ini tidak mungkin dapat dicapai .

Saya ingin mengucapkan terima kasih pembantu makmal Sekolah Pertanian Lestari terutama En. Panjiman , yang membimbing dan menyediakan saya dengan bahan kimia dan peralatan yang diperlukan semasa analisis di makmal.

Akhir sekali , saya ingin mengucapkan terima kasih kepada ibu bapa saya dan rakan-rakan saya terutamanya Ting Ee Lin di atas bantuan, sokongan moral dan pendapat sepanjang tempoh penghasilan disertasi ini.

## ABSTRACT

The purpose of this study was to evaluate the quality of *Carica Papaya* cv. Exotika by applying post-harvest handling treatments and storage for five weeks. *C. papaya* cv. Exotika was bought at Wet Market Sandakan, Sabah. Three postharvest handling treatments ( hydrocooling , a combination of hydrocooling and hot water , and hot water ) was used in which each treatment had three replicates and stored for a period of five weeks in a cool room (  $10 \pm 3$  ° C ). Quality of *C. papaya* cv. Exotika was studied during the first, second and third week of storage in the Postharvest lab, SPL. The study found that hot water treatment for *C. papaya* cv. Exotika has experienced the highest weight loss of  $2.21 \pm 0.93\%$  compared from other treatments. For moisture content and the soluble solids content, has been found to show the highest reading for hydrocooling treatment which are  $88.51 \pm 1.64 \%$  and  $2.40 \pm 0.72$  °Brix respectively . The combination hydrocooling and hot water treatment have demonstrated retention of the best quality of firmness ( $1.41 \pm 0.12$  kgf) and ascorbic acid content ( $50.83 \pm 16.35$  mg/100 ml) compared with hydrocooling treatment and hot water treatment. The study also found that *C. papaya* cv. Exotika lose weight ; moisture content ; soluble solids content ; solidity ; ascorbic acid respectively vary between  $0.91 \pm 0.69$  and  $1.89 \pm 0.71\%$ ;  $89.33 \pm 0.96$ ,  $88.04 \pm 1.13$  and  $87.49 \pm 0.93\%$ ;  $2.78 \pm 0.74$ ,  $2.20 \pm 0.28$  and  $1.73 \pm 0.18$  °Brix;  $1.51 \pm 0.18$  and  $1.28 \pm 0.21$  kgf;  $52.50 \pm 27.01$  and  $35.16 \pm 5.97$  mg/100 ml The study has found that combination treatment of hydrocooling and hot water is beneficial in maintaining the postharvest quality of *C. papaya* cv. Exotika during storage. The results also show the first week storage period to benefit the quality of *C. papaya* cv. Exotika.

# KESAN RAWATAN LEPAS TUAI DAN PENYIMPANAN TERHADAP KUALITI LEPAS TUAI *Carica papaya* cv Eksotika

## ABSTRAK

Tujuan kajian ini adalah untuk mengkaji kualiti *Carica Papaya* cv. Eksotika dengan mengaplikasikan rawatan pengendalian lepas tuai dan penyimpanan selama lima minggu. *C. papaya* cv. Eksotika telah dibeli di Pasar Basah Sandakan, Sabah. Tiga rawatan pengendalian tuai (rawatan prapenyejukan air sejuk, kombinasi prapenyejukan air sejuk dan air panas, dan air panas) telah digunakan dimana setiap rawatan mempunyai tiga replikasi dan disimpan untuk tempoh lima minggu di bilik sejuk ( $10\pm 3^{\circ}\text{C}$ ). Kualiti untuk *C. papaya* cv. Eksotika telah dikaji pada minggu pertama, kedua dan ketiga di makmal Lepas Tuai, SPL. Kajian mendapati rawatan air panas untuk *C. papaya* cv. Eksotika telah mengalami kehilangan berat yang paling tinggi iaitu  $2.21\pm 0.93\%$  berbanding dengan rawatan yang lain. Untuk kandungan kelembapan dan kandungan pepejal larut, rawatan prapenyejukan air sejuk telah didapati menunjukkan bacaan yang tertinggi di mana masing-masing menunjukkan  $88.51\pm 1.64\%$  dan  $2.40\pm 0.72$  °Brix. Manakala rawatan kombinasi prapenyejukan air sejuk dan air panas telah menunjukkan pengejalan kualiti yang terbaik untuk kepejalan ( $1.41\pm 0.12$  kgf) dan kandungan asid askorbik ( $50.83\pm 16.35$  mg/100 ml) berbanding rawatan prapenyejukan air sejuk dan rawatan air panas. Kajian juga telah mendapati *C. papaya* cv. Eksotika kehilangan berat; kandungan kelembapan; kandungan pepejal larut; kepejalan; asid askorbik masing-masing berbeza antara  $0.91\pm 0.69$  dan  $1.89\pm 0.71\%$ ;  $89.33\pm 0.96$ ,  $88.04\pm 1.13$  dan  $87.49\pm 0.93\%$ ;  $2.78\pm 0.74$ ,  $2.20\pm 0.28$  dan  $1.73\pm 0.18$  °Brix;  $1.51\pm 0.18$  dan  $1.28\pm 0.21$  kgf;  $52.50\pm 27.01$  dan  $35.16\pm 5.97$  mg/100 ml. Hasil kajian telah mendapati rawatan kombinasi rawatan prapenyejukan air sejuk memberi manfaat dalam mengekalkan kualiti lepas tuai *C. papaya* cv. Eksotika semasa penyimpanan. Hasil juga menunjukkan tempoh penyimpanan minggu pertama memberi manfaat terhadap kualiti *C. papaya* cv. Eksotika.

## ISI KANDUNGAN

Kandungan	ii
PENGAKUAN	iii
PENGESAHAN	iv
PENGHARGAAN	v
ABSTRACT	vi
ABSTRAK	vii
ISI KANDUNGAN	ix
SENARAI JADUAL	x
SENARAI UNIT, SIMBOL DAN SINGKATAN	xi
SENARAI FORMULA	

<b>BAB 1</b>	<b>Pengenalan</b>	<b>MUKA SURAT</b>
1.1	Latar Belakang	1
1.2	Justifikasi	3
1.3	Objektif	3
1.4	Hipotesis	4

<b>BAB 2</b>	<b>ULASAN PERPUSTAKAAN</b>	
2.1	Pengenalan	5
2.2	Betik ( <i>Carica papaya</i> )	5
2.2.1	Deskripsi Botani	5
2.2.2	Asal dan Taburan <i>Carica papaya</i>	6
2.2.3	Kultivar <i>Carica papaya</i>	6
2.3	Kandungan Nutrien <i>Carica papaya</i>	8
2.4	Asid Askorbik (Vitamin C) dalam <i>Carica papaya</i>	9
2.4.1	Kepentingan Asid Askorbik	9
2.5	Rawatan Lepas Tuai	11
2.5.1	Prapenyejukan Air Sejuk	11
2.5.2	Rawatan Air Panas	12
2.6	Kesan Rawatan Lepas Tuai terhadap kualiti <i>Carica papaya</i>	12
2.7	Pengendalian Lepas Tuai <i>Carica papaya</i>	13
2.7.1	Kualiti Lepas Tuai	13

<b>BAB 3</b>	<b>METODOLOGI</b>	
3.1	Tapak Kajian	15
3.2	Tempoh Masa Kajian	15
3.3	Bahan-bahan	15
3.4	Metodologi	15
3.4.1	Praujian	15
3.4.2	Faktor dan Rawatan	16
3.5	Parameter	16
3.5.1	Pengukuran Kehilangan Berat	16
3.5.2	Pengukuran Kandungan Kelembapan	17
3.5.3	Pengukuran Kandungan Pepejal Larut (SSC)	17
3.5.4	Pengukuran Kepejalan (Firmness)	17
3.5.5	Rekabentuk Eksperimen	18
3.6	Analisis Statistik	19



<b>BAB 4</b>	<b>KEPUTUSAN</b>	
4.1	Kesan Pengendalian Lepas Tuai dan Tempoh Penyimpanan ke atas Kehilangan Berat <i>C. papaya</i> cv. Eksotika	20
4.2	Kesan Pengendalian Lepas Tuai dan Tempoh Penyimpanan ke atas Kandungan Kelembapan <i>C. papaya</i> cv. Eksotika	20
4.3	Kesan Pengendalian Lepas Tuai dan Tempoh Penyimpanan ke atas Kandungan Pepejal Larut <i>C. papaya</i> cv. Eksotika	22
4.4	Kesan Pengendalian Lepas Tuai dan Tempoh Penyimpanan ke atas Kepejalan <i>C. papaya</i> cv. Eksotika	22
4.5	Kesan Pengendalian Lepas Tuai dan Tempoh Penyimpanan ke atas Asid Askorbik <i>C. papaya</i> cv. Eksotika	23
<b>BAB 5</b>	<b>PERBINCANGAN</b>	
5.1	Kesan Pengendalian Lepas Tuai dan Tempoh Penyimpanan ke atas Kehilangan Berat <i>C. papaya</i> cv. Eksotika	24
5.2	Kesan Pengendalian Lepas Tuai dan Tempoh Penyimpanan ke atas Kandungan Kelembapan <i>C. papaya</i> cv. Eksotika	25
5.3	Kesan Pengendalian Lepas Tuai dan Tempoh Penyimpanan ke atas Kandungan Pepejal Larut <i>C. papaya</i> cv. Eksotika	25
5.4	Kesan Pengendalian Lepas Tuai dan Tempoh Penyimpanan ke atas Kepejalan <i>C. papaya</i> cv. Eksotika	26
5.5	Kesan Pengendalian Lepas Tuai dan Tempoh Penyimpanan ke atas Asid Askorbik <i>C. papaya</i> cv. Eksotika	27
<b>BAB 6</b>	<b>KESIMPULAN</b>	29
<b>RUJUKAN</b>		30
<b>LAMPIRAN</b>		36

## SENARAI JADUAL

Jadual		Muka surat
2.1	Komponen-komponen di dalam <i>Carica papaya</i>	9
2.2	Diet yang disarankan untuk Vitamin C berdasarkan Peringkat Kehidupan	11
4.1	Kesan pengendalian lepas tuai dan tempoh penyimpanan terhadap kualiti lepas tuai <i>Carica papaya</i> cv. Eksotika	21

## SENARAI UNIT, SIMBOL DAN SINGKATAN

%	Peratusan
°C	Darjah Celsius
ANOVA	Analisis Variasi
g	Gram
ha	Hektar
IOM	Institute of Medicine
kcal	Kilogram kalori
kg	Kilogram
kgf	kilogram-force
MARDI	Malaysian Agricultural Research and Development Institute
mg	Miligram
ml	Mililiter
SDE	State Department of Education
SPL	Sekolah Pertanian Lestari
SPSS	Statistical Package for Social Science
SSC	Soluble Solid Content
UMS	Universiti Malaysia Sabah

## SENARAI FORMULA

### Formula

### Muka Surat

3.1 Peratus Kandungan Kelembapan (%)

17

$$\text{Peratus Kandungan Kelembapan (\%)} = \frac{B - B_1}{B_1} \times 100$$

B = Berat sampel (g)

B<sub>1</sub> = Berat sampel selepas pengeringan (g)

3.2 Faktor Pewarna

18

$$\text{Faktor pewarna} = \frac{0.5}{\text{titer}}$$

3.3 Kandungan Asid Askorbik

18

$$\text{Asid askorbik (mg) per 100 ml} = \frac{T \times P \times V \times 100}{A \times v}$$

T = Jumlah isipadu ekstrak yang dititrat (titer)

P = Faktor pewarna

V = Isipadu pewarna

A = Alikuot ekstrak yang diambil

v = Isipadu sampel yang diambil

## BAB 1

### Pengenalan

#### 1.1 Latar Belakang

Betik atau nama saintifiknya *Carica papaya* Linn sangat dikenali di seluruh dunia kerana buahnya dan nilai khasiatnya (Afolabiet *et al.*, 2011). *Carica papaya* merupakan salah satu tanaman utama yang giat diusahakan oleh pengusaha pertanian. Genus *Carica papaya* Linn merupakan tanaman yang paling meluas ditanam dan spesies yang paling dikenali daripada empat genera yang tergolong dalam keluarga kecil Caricaceae (Krishna *et al.*, 2008). Dari pelbagai jenis buah, betik merupakan salah satu tumbuhan yang senang ditanam di semua negara tropika. Di Malaysia, perdagangan untuk betik mendapat tempat di dalam dan luar negara. Sebagai contoh, *C. papaya* cv. Eksotika berjaya menembusi pasaran antarabangsa kerana keunikannya di mana iainya bersaiz lebih kecil dan rasanya yang lebih manis daripada betik yang lain (MOA, 2003).

Di Malaysia, tanaman *C. papaya* diusahakan dengan meluas dan mendapat permintaan yang tinggi. Pada tahun 2010, tanaman *C. papaya* dilaporkan seluas 3,403 hektar dengan hasil sebanyak 49,790 metrik tan (Anon, 2011). Tanaman *C. papaya* yang paling luas adalah di Kedah (1,274 hektar), diikuti dengan Pahang iaitu di Daerah Temerloh dan Bentong (845 hektar), dan di Negeri Johor iaitu di Muar dan Segamat (345 hektar) (Anon, 2011). Di Malaysia, *C. papaya* di jual semua peringkat pasaran pada sepanjang tahun (MOA, 2003). Walaubagaimanapun, pasaran eksport *C. papaya* ke tempat yang jauh adalah terhad kerana jangka masa penyimpanannya sangat pendek. *C. papaya* yang masak akan menjadi lembik dengan cepat dan senang dijangkiti penyakit pada suhu yang rendah. Oleh itu, disebabkan kadar kemasakan yang tinggi terdapat banyak pembaziran (Mahmud *et al.*, 2008).



Bagi memastikan kualiti *C. papaya* dapat dijaga semasa lepas tuai, pengurusan lepas tuai mesti dilakukan. Proses rawatan prapenyejukan air sejuk dan air panas adalah salah satu proses pengendalian lepas tuai *C. papaya*. Rawatan air panas merupakan proses memasak sayuran atau buah-buahan pada jangka masa yang singkat supaya dapat mengurangkan penghasilan etelina dan enzim pelembut disamping dapat mengekalkan kualiti sayur dan buah-buahan. Proses ini melibatkan pendedahan tisu tumbuhan kepada suatu haba, kebiasaannya adalah wap air atau air panas, pada masa dan suhu yang ditetapkan (Barrett dan Theerakulkait, 1995). Rawatan air panas sangat bagus untuk memelihara komposisi nutrisi dan kualiti tanaman lepas tuai. Proses celur sangat penting kerana dapat menyahaktifkan enzim dan mengurangkan populasi bakteria yang tidak diinginkan selain dapat mengurangkan kadar respirasi produk lepas tuai. Bagi proses prapenyejukan lepas tuai pula, ianya melibatkan pelbagai teknik iaitu dengan menggunakan penyejukan bilik, alat penyejuk air, bungkusan ais, penyejukan vakum dan penyejukan kriogenik (Silipet *et al.*, 2003). Konsep prapenyejukan ini sangat terkenal dikalangan para penyelidik untuk membuang haba daripada hasil lepas tuai bagi mengurangkan metabolisme dan mengurangkan kerosakan sebelum dipindahkan atau disimpan (Turk dan Celik, 1994; Nowak dan Rudnicki, 1990; Brennan dan Shewfelt, 1989; Nowak dan Mynett, 1985; Halvey dan Mayak, 1981). Walaubagaimanapun, kajian terhadap prapenyejukan *C. papaya* masih terhad.

Secara umum, prapenyejukan dapat mengurangkan kadar metabolisme hasil lepas tuai. Prapenyejukan menggunakan alat penyejukan air merupakan salah satu cara untuk menurunkan suhu hasil lepas tuai. Kaedah ini memerlukan kos yang rendah dan mudah digunakan. Prapenyejukan air sejuk diaplikasikan dengan menyembur atau merendam produk di dalam bekas yang mengandungi air sejuk (Wills *et al.*, 1998; Lambrinos *et al.*, 1997). Kelebihan sistem ini adalah ianya dapat menyejukan produk pada masa yang singkat berbanding dengan kaedah prapenyejukan yang lain (Silip *et al.*, 2003). Walaubagaimanapun, pendedahan terhadap suhu yang rendah ketika prapenyejukan yang berpanjangan telah dilaporkan memberi kesan yang negative terhadap kualiti buah (Osman dan Mustaffa, 1993). Oleh sebab itu, ketetapan masa yang khusus sangat penting bagi mengurangkan kesan negatif.

## 1.2 Justifikasi

Ketika lepas tuai, *C. papaya* memerlukan pengendalian yang sangat rapi untuk memastikan jangka hayat dan kualiti buah dapat dikekalkan. Proses pengendalian lepas tuai betik agak mencabar kerana buah betik agak cepat untuk menjadi lembut dan mudah rosak. Hal ini kerana terdapat banyak faktor yang mempengaruhi kecepatan buah untuk rosak dengan cepat seperti suhu, masa dan banyak lagi.

Oleh itu, kajian terhadap pengendalian lepas tuai seperti rawatan prapenyjukan air sejuk dan rawatan air panas serta tempoh penyimpanan dijalankan supaya dapat membantu para petani untuk mengekalkan kualiti *C. papaya* dari segi pengekalan nutrien, vitamin, warna dan teksturnya untuk dieksport ke negara-negara luar. Selain itu, kaedah ini juga dapat membantu para petani untuk mengetahui had masa penyimpanan betik supaya tidak akan terjadi kerosakkan yang disebabkan oleh aktiviti mikrobial.

Kaedah prapenyjukan air sejuk dan rawatan air panas dipilih kerana ianya dapat menghentikan aktiviti enzim yang mempercepatkan proses pereputan dan kerosakkan dan mengurangkan kadar respirasi buah supaya buah tidak masak dengan cepat. Kaedah prapenyjukan air sejuk dan rawatan air panas juga dipilih kerana ianya merupakan proses yang mudah untuk dilakukan oleh para petani di samping dapat menjimatkan kos untuk mengekalkan *C. papaya* dari segi nilai nutrisi dan kualiti. Kajian terdahulu seperti kajian Turk dan Celik, (1994) dan De Corcuera *et al.* (2004) menunjukkan proses prapenyjukan menggunakan air sejuk dan penceluran menggunakan air panas dapat mengekalkan kualiti sesuatu makanan.

## 1.3 Objektif

Objektif untuk kajian ini adalah untuk mengenalpasti kesan pengendalian lepas tuai (rawatan prapenyjukan air sejuk, dan air panas) dan tempoh penyimpanan terhadap kualiti lepas tuai *Carica papaya* cv. Eksotika.

#### 1.4 Hipotesis

$H_0$  :Rawatan pengendalian lepas tuai dan tempoh penyimpan tidak memberi kesan yang ketara terhadap kualiti lepas tuai *Carica papaya* cv. Eksotika.

$H_a$  :Rawatan pengendalian lepas tuai dan tempoh penyimpan memberikesan yang ketara terhadap kualiti lepas tuai *Carica papaya* cv. Eksotika.



## BAB 2

### ULASAN PERPUSTAKAAN

#### 2.1 Pengenalan

Kajian dijalankan untuk mengkaji kesan rawatan pengendalian lepas tuai terhadap kualiti lepas tuai *C. papaya* cv. Eksotika dan di simpan di tempat penyimpanan pada tempoh dan suhu yang ditetapkan. Analisis dijalankan untuk mengenalpasti kualiti lepas tuai *C. papaya* cv. Eksotika dari segi kandungan nutrien seperti Vitamin C, kandungan kelembapan kepejalan buah, kehilangan berat, dan kandungan pepejal larut (SSC).

#### 2.2 Betik (*Carica papaya*)

##### 2.2.1 Deskripsi Botani

*Carica papaya* merupakan tanaman yang berbatang lembut yang hidup dalam jangka masa 5-10 tahun (Chay-Prove *et al.*, 2000). Tumbuhan ini juga dikenali sebagai papaw, paw paw, kapaya, kepaya, lapaya, tapaya, papaya, papaya, papaia, papita, lechosa, frutabomba, mamon, mamona, mamao, danpokok melon (Pantoja *et al.*, 2002 ). *C. papaya* mengeluarkan buah sepanjang tahun. Pokok *C. papaya* kebiasaannya tumbuh sebagai stem tunggal akan tetapi pokok akan menjadi multi-stem apabila berlaku kerosakkan (Villegas, 1997). Pokok betik merupakan pokok herba yang besar di mana kadar pertumbuhannya ialah 6 hingga 10 kaki (1.8 – 3 m) pada tahun pertama dan mencecah ketinggian 20 ataupun 30 kaki (6 – 9 m) (Morton, 1987). Daun *C. papaya* tumbuh di atas batang pokok di dalam lingkaran secara mendatar (Morton, 1987).

Bentuk *C. papaya* adalah bulat ke bujur, memiliki kulit yang lembut dan nipis. *C. papaya* yang masak berwarna jingga kekuningan di luar dengan isi yang manis berwarna jingga kemerahan (Ronzio, 2003). *C. papaya* mempunyai banyak biji yang berada di tengah isinya di mana biji-biji tersebut berwarna hitam dan bertompok di tengah isi *C. papaya*.



### 2.2.2 Asal dan Taburan *Carica papaya*

*C. papaya* berasal dari Amerika Tengah dan dibawa ke seluruh Tropika di mana ianya meluas ditanam hampir di seluruh negara Tropika (James, 1983). Negara Brazil merupakan pengeluar utama betik di dunia, mendominasi eksport ke Eropah. Catatan yang pertama tentang betik adalah di India di mana dikaji oleh pengembara Belanda iaitu Linschoten pada tahun 1576 di mana beliau telah mengkaji bahawa tumbuhan betik telah di bawa Malaysia dari Hindia Barat dan di bawa ke India (Ram, 2005). *C. papaya* tersebar secara meluas di pulau-pulau Pasifik pada tahun 1800 (Ram, 2005). Selepas penemuan hemisfera barat oleh orang Eropah, betik tersebar luas ke seluruh negara mengikut keadaan cuaca yang sesuai (Ram, 2005). Seperti yang telah dilihat *C. papaya* telah sampai ke India sebelum Van Linschoten memulakan pengembaraannya (Hays, 1944). Pada pertengahan abad ke-16, betik kemudiannya di bawa ke Melaka oleh orang-orang Sepanyol.

*C. papaya* boleh didapati dalam kawasan garis lintang 32° Utara dan Selatan Khatulistiwa (MARDI, 1994). Tanaman ini diusahakan dengan meluas sebagai tanaman ladang di India, Mexico, beberapa negeri Amerika Selatan dan Afrika, Filipina, Amerika Syarikat (Hawaii) dan Australia (MARDI, 1994). Di Hawaii, pada 19-22° Utara, betik ditanam pada paras laut dan menaik sehingga 300 m ketinggian (Paull, 2010).

### 2.2.3 Kultivar *Carica papaya*

Terdapat cuma beberapa kultivar atau varieti *C. papaya* pembiakbakaan tulen di dunia ini (MARDI, 1994). Terdapat beberapa kultivar *C. papaya* yang terkenal dihasilkan iaitu;

#### a) Sunrise Solo

Sunrise Solo diperkenalkan untuk oleh MARDI pada tahun 1972 (MARDI, 1994). *C. papaya* ini kecil (350-500 g) dan rasanya sangat manis. Sunrise Solo kultivar ginodiesius dan satu-satunya titisan daripada keluarga Solo yang berisi merah jingga, sedangkan yang lain berisi kuning (MARDI, 1994). Sunrise Solo menghasilkan buah dalam anggaran 23-25 tan/ha setahun di Malaysia berbanding anggaran 45 tan/ha setahun di Hawaii (MARDI, 1994).

b) Waimanalo

Waimanalo telah diisytiharkan oleh Universiti Hawaii pada tahun 1972 dan diperkenalkan untuk ujian di MARDI pada tahun 1978 (MARDI, 1994). Kultivar ini lebih kecil berbanding dengan kultivar Solo dan lebih cepat berbuah. Setahun Waimanalo menghasilkan kira-kira 20 tan/ha.

c) Subang 6

Subang 6 merupakan salah satu kultivar yang berpotensi untuk diproses dan ditinkan (MARDI, 1994). Betik kultivar Subang 6 senang diproses kerana warna isinya yang menarik, lembu dan senang dihiris. Kultivar ini adalah hasil pemilihan selama lapan generasi oleh MARDI (MARDI, 1994). Buah betik Subang 6 panjang dan bentuk lebih silinder. Pengurusan yang baik dapat menghasilkan kira-kira 40 tan/ha setahun (MARDI, 1994).

d) Sitiawan

Sitiawan merupakan kultivar yang cepat berbuah dan sangat subur. Buahnya yang panjang dan berbentuk silinder hampir sama dengan kultivar Subang 6. Hasil betik Sitiawan sangat tinggi (10-50 tan/ha) tetapi tidak stabil (MARDI, 1994).

e) Batu Arang

Batu Arang merupakan kultivar yang sederhana besar dan saiz buahnya yang sederhana besar. Buahnya berisi bewarna merah dan manis. Batu Arang menghasilkan buah dengan cepat dalam tempoh 5 bulan selepas ditanam. Buah Batu Arang berbentuk panjang dan gemuk dengan garis pusat yang hampir sama bagi kedua-dua hujung atas dan bawah (MARDI, 1994). Setahun kultivar ini menghasilkan buah dalam anggaran 30 tan/ha.

f) Eksotika

Eksotika yang dahulu dikenali sebagai MARDI Backcross Solo, terhasil selepas pengacukan semula antara Subang kultivar tempatan dan Hawaiian Sunrise Solo selama 15 tahun (MARDI, 1994). Hasil daripada kejayaan ini, kultivar Eksotika merupakan jenis yang berpotensi untuk dipasarkan. Hasil bagi kultivar Eksotika tinggi iaitu lebih kurang 20-30 tan/ha pada tahun pertama dan 30-40 tan/ha padatahun kedua (MARDI, 1994). Kultivar ini sangat popular di kalangan pengguna tempatan kerana mudah untuk dikendalikan.

g) Eksotika II

Eksotika II adalah kultivar hybrid baru yang diisytiharkan oleh MARDI pada 15 Oktober 1991 (MARDI, 1994). Kultivar ini adalah hasil kacukan antara kultivar Eksotika dan Line 19. Pokok Eksotika II lebih subur dan tinggi daripada pokok Eksotika (MARDI, 1994). Bentuk buahnya hampir sam dengan Eksotika manakala isinya bewarna jingga kemerahan dan lebih pejal. Hasil daripada sehektar Eksotika II ialah 75 tan iaitu 25% lebih tinggi daripada hasil Eksotika bagi tempoh satu kitaran tanaman (2 tahun) (MARDI, 1994).

### 2.3 Kandungan Nutrien *Carica papaya*

*C. papaya* mengandungi beta-karotena di mana dapat membantu untuk mencegah kerosakan yang disebabkan oleh radikal bebas, di mana kerosakan tersebut mungkin akan menyebabkan kanser tertentu. Karotena di dalam *C. papaya* adalah lebih tinggi berbanding dengan buah-buahan yang lain seperti epal dan jambu. Vitamin A di dalam badan manusia adalah tukaran daripada karotena yang ada di dalam makanan.

*C. papaya* juga mengandungi kadar asid askorbik (vitamin C) yang sangat tinggi. Memakan *C. papaya* dapat memenuhi keperluan vitamin C yang diperlukan oleh manusia. Selain itu juga, *C. papaya* mempunyai kalori yang sangat rendah. 100 gram *C. papaya* yang masak hanya mengandungi 32 kcal. *C. papaya* merupakan diet yang sesuai bagi orang ramai tanpa mengira usia.

Jadual 2.1 Komponen-komponen di dalam *Carica papaya*

<b>Komponen</b>	<b>Setiap 100 g</b>
Tenaga	35.0 cal
Kelembapan	90.7 g
Protein	1.5 g
Lemak	0.1 g
Karbohidrat	7.1 g
Serat	0.5 g
Abu	0.1 g
Kalsium	11.0 mg
Fosforus	3.0 g
Zat besi	0.7 g
Natrium	3.0 g
Kalium	16.0 g
Beta karotena	1160.0 g
Vitamin B1	0.03 mg
Vitamin B2	0.07 g
Niacin	0.1 g
Vitamin C	71.0 g

Sumber: Tee, 1982

## 2.4 Asid Askorbik (Vitamin C) dalam *Carica papaya*

*C. papaya* sangat kaya dengan asid Vitamin C (asid askorbik). Separuh daripada buah *C. papaya* dapat menyediakan keperluan harian Vitamin C untuk seseorang dewasa. *C. papaya* merupakan 'karya nutrisi' kerana mengandungi Vitamin C yang tinggi (SDE, 2011). *C. papaya* mengandungi lebih daripada 33% Vitamin C dan selebihnya adalah nutrien yang lain (SDE, 2011).

### 2.4.1 Kepentingan Asid Askorbik

Asid askorbik sangat penting dalam pemakanan harian manusia. Asid askorbik sangat penting dalam memelihara kesihatan yang sihat dan menghalang banyak penyakit. Asid askorbik memberi banyak kesan kepada badan. Terdapat beberapa kepentingan Asid askorbik terhadap tubuh badan;

a) Antioksidan

Vitamin C (asid askorbik) bertindak sebagai antioksidan pada dua peringkat: (1) di dalam sitosol, di mana askorbat bertindak sebagai antioksidan pertama untuk menghapus spesies radikal bebas yang dihasilkan sebagai produk sampingan sel metabolisme, dan (2) di dalam sel membrane, di mana asid askorbik berkemungkinan bertindak secara tidak langsung sebagai antioksidan dalam mengurangkan  $\alpha$ -tocopheroloxyl yang radikal kepada  $\alpha$ -tocopherol (May, 1999).Aktiviti antioksidan yang kuat oleh asid askorbik dapat mengurangkan penyakit kardiovaskular (Valero dan Serano, 2010).

b) Pembentukan kolagen

Vitamin C dapat membantu untuk membentuk kolagen, protein yang terpenting dalam tisu penghubung (Whitney *et al.*, 2009). Kolagen berfungsi sebagai matriks di mana tulang dibentuk, komponen luka, dan bahagian yang penting "gam" yang menyambung satu sel kepada sel yang lain (Whitney *et al.*, 2009).

c) Sistem imuniti

Vitamin C bukan sahaja dapat mencantikkan wajah malah ianya juga memberikan kesan perlindungan bukan khusus terhadap sistem imunisasi (Hemilä, 2003). Agen pengoksidaan yang dihasilkan oleh fagosit mengandungi antimikrobial yang menentang sesetengah jangkitan virus (Hemilä, 2003). Vitamin C telah terbukti untuk merangsang kedua-dua pengeluaran dan fungsi leukosit (sel darah putih), terutamanya neutrofil, limfosit, dan fagosit (Prinz *et al.*, 1977).

Jadual 2.2 Diet yang disarankan untuk Vitamin C berdasarkan Peringkat Kehidupan

Peringkat kehidupan		Vitamin C (mg/day)
Kanak-kanak	1-3 years	15
	4-8 years	25
Lelaki remaja	9-13 years	45
	14-18 years	75
Lelaki dewasa	≥ 19 years	90
Perempuan remaja	9-13 years	45
	14-18 years	65
Perempuan dewasa	≥19 years	75
Perempuan mengandung	14-18 years	80
	19-50 years	85
Perempuan menyusui	14-18 years	115
	19-50 years	120

Sumber: IOM, 2006

## 2.5 Rawatan Lepas Tuai

Rawatan lepas tuai merangkumi rawatan-rawatan seperti penyejukan cepat (prapenyejukan air sejuk, penyejukan vakum dan penyejukan bilik), rendaman air panas, dan penyimpanan dalam bilik sejuk. Rawatan-rawatan lepas tuai dapat mengurangkan kehilangan nilai sesuatu produk lepas tuai.

### 2.5.1 Prapenyejukan Air Sejuk

Prapenyejukan lepas tuai melibatkan pelbagai teknik iaitu dengan menggunakan penyejukan bilik, alat penyejuk air, bungkus ais, penyejukan vakum dan penyejukan kriogenik (Silip *et al.*, 2003). Konsep prapenyejukan ini sangat terkenal dikalangan para penyelidik untuk membuang haba daripada hasil lepas tuai bagi mengurangkan metabolisme dan mengurangkan kerosakan sebelum dipindahkan atau disimpan (Turk dan Celik, 1994; Nowak dan Rudnicki, 1990; Brennan dan Shewfelt, 1989; Nowak dan Mynett, 1985; Halvey dan Mayak, 1981).

Prapenyejukan air sejuk merupakan proses penyejukan produk lepas tuai. Ianya proses membuang haba sekeliling produk lepas tuai. Prapenyejukan air sejuk merupakan satu keadah yang cepat untuk mencapai suhu penyejukan berbanding

penyejukan udara oleh itu kualiti produk meningkat terutamanya dalam pengurusan produk yang banyak atau apabila menggunakan sistem pengendalian palet (Smith, 2007).

### **2.5.2 Rawatan Air Panas**

Rawatan air panas merupakan satu cara untuk mengekalkan kualiti buah-buahan atau sayur-sayuran lepas tuai. Rawatan air panas merupakan satu proses memanaskan tanaman lepas tuai dengan pelbagai sistem pemanasan (stim, air panas dan gelombang mikro) (Gupta *et al.*, 2008). Penceluran buah-buahan atau sayur-sayuran bertujuan untuk menyahaktifkan enzim; mengubah tekstur; mengekalkan warna, rasa, dan nilai nutrisi; dan menghapuskan udara yang terperangkap (De Corcuera, 2004).

Rawatan air panas adalah salah satu rawatan lepas tuai yang boleh dilakukan ke atas *C. papaya*. *C. papaya* selepas dituai yang hendaklah menjalani rawatan lepas tuai bagi memastikan kualitinya terjamin. *C. papaya* yang hendak dieksport harus dicelur di dalam air panas (MARDI, 1994). Rawatan ini dapat mengekalkan kualiti betik dan mengawal penyakit semasa dan selepas penyimpanan sejuk (MARDI, 1994). Suhu air yang tinggi dan tempoh celuran yang lama memberhentikan aktiviti etilena dan enzim pelembut buah poligalakturonase (MARDI, 1994).

### **2.6 Kesan Rawatan Lepas Tuai terhadap kualiti *Carica papaya***

Terdapat banyak faktor lepas tuai yang mempengaruhi kualiti tanaman hortikultur seperti *Carica papaya* untuk kualiti seperti kandungan asid askorbik, kepejalan, berat dan kandungan kelembapan (Lee dan Kader, 2000). Kematangan semasa menuai, cara menuai, dan keadaan pengendalian lepas tuai mempengaruhi kandungan vitamin C dalam buah-buahan dan sayur-sayuran (Kader, 1988). Seperti di dalam kajian Ferreira *et al.* (2006), rawatan lepas tuai seperti rawatan prapenyejukan air sejuk mengekalkan kadar kandungan asid askorbik. Rawatan lepas tuai dapat mengekalkan kandungan kelembapan *Carica papaya*. Kajian Thompson (2009), menunjukkan air sistem prapenyejukan akan mengkalkan kelembapan produk melalui proses persapan air sejuk buah dan menolong untuk menyegarkan produk yang hampir layu.



## RUJUKAN

- Afolabi, I. S. and Ofobrukmeta, K. 2011. Physicochemical and nutritional qualities of *Carica papaya* seed products. *Journal of Medicinal Plants Research* Vol. **5(14)**: 3113-3117
- Akram, M., Tariq, M., Thahir, F. M., Asi, A. A. and Iqbal, J. 2001. Effect of washing and seal packaging on scuffing damaged on citrus fruit quality. *Int'l. J. Agric. Biol.* 03-04-461-463
- Al-Obeed, R. S. and Harhash, M. M. 2006. Impact of postharvest treatments on storage life and quality of "Mixican" Lime. *J. Adv. in Agric. Res.* **11(3)**: 533 – 549
- Anon. 2011. Betik. Anim Agro Technology. <http://animhosnan.blogspot.com/2011/02/betik.html>. Dilayari pada 5 Mac 2013. Disahkan pada 16 Disember 2013
- Aubert, C., Günata, Z., Ambid, C., and Baumes, R. 2003. Changes in physicochemical characteristics and volatile constituents of yellow-and white-fleshed nectarines during maturation and artificial ripening. *Journal of agricultural and food chemistry.* **51(10)**: 3083-3091
- Aziz, E. A. S. and Mansour, F. S. 2006. Some safe treatment for controlling post-harvest diseases of Valencia orange (*Citrus sinensis* L.) fruits. *Ann. Agric. Sci.* 44:135-146
- Barrett, D. M. and Theerakulkait, C. 1995. Quality Indicator in Blanched, Frozen, Stored Vegetables. *Food Technology.* 62-65
- Bedell, P. E. 1998. *Seed Science and Technology of Indian Forestry Species.* New Delhi: Allied Publishers Limited
- Bourne, M. C. 1980. Texture evaluation of horticultural crops *HortScience.* 51-56
- Brady, C. J. 1987. Fruit ripening. *Annual Review of Plant Physiology.* **38(1)**: 155-178
- Brennan, P. S., and Shewfelt, R. L. 1989. Effect of cooling delay at harvest on broccoli quality during postharvest storage. *Journal of Food Quality.* **12(1)**: 13-22
- Bron, I. U. and Jocomino, A. P. 2006. Ripening and quality of "Golden" papaya fruit harvested at different maturity stages. *Braz. J. Plant Physiol.* **18(3)**: 389-396
- Chay-Prove, P., Ross P., O'Hare, P., Macleod, N., Kernot, I., Evans, D., Grice, K., Vawdrey, L., Richards, N., Blair, A. and Astridge, D. 2000. Agrilink Series: Your Growing Guide to Better Farming. Papaw Information Kit. Queensland Horticulture Institute and Department of Primary Industries. Qld. Nambour
- Chen, N. K. L. 1964. Some chemical changes during the post-harvest ripening of papaya fruit. *Bot. Bull. Acad. Sinica.* **5**: 89-99

- Copeland, L. O., and McDonald, M. B. 2011. *Principles of Seed Science and Technology*. 4<sup>th</sup> Edition. Massachusetts: Kluwer Academic Publishers
- Crisosto, C. H., Garner, D., Crisosto, G. M. and Bowerman, E. 2004. Increasing 'Blackamber' plum (*Prunus salicina* Lindell) consumer acceptance. *Postharvest Biology and Technology*. **34**: 237–44
- De Corcuera, J. I. R., Cavalieri, R. P. and Powers, J. R. 2004. Blanching of Foods. *Encyclopedia of Agricultural Food, and Biological Engineering*. Washington State University. Washington. U.S.A
- Erkan, M., Pekmezci, M. and Wang, C. Y. 2005. Hot water and curing treatments reduce chilling injury and maintain post-harvest quality of 'Valencia' oranges. *Int'l. J. Food Sci. & Tech.* **40**: 91 – 96
- Fennema, O. 1977. Loss of vitamins in fresh and frozen foods. *Food Technol.* **31 (12)** 32–38
- Funebo, T., Ahrne, L., Kidman, S., Langton, M. and Skjöldebrand, C. 2000. Microwave treatment of apple before air dehydration-effects on physical properties and microstructure *Journal of Food Engineering*. 173–182
- González-Aguilar, G. A., Ayala-Zavala, J. F., Ruiz-Cruz, S., Acedo-Félix, E., Díaz-Cinco, M. E. 2004a. Effect of temperature and modified atmosphere packaging on overall quality of fresh-cut bell peppers. *Lebens Wiss Technol.* **37**: 817–26
- González-Aguilar, G. A., Ruiz-Cruz, S., Wang, C. Y., Rodríguez-Félix, A. 2004b. Physiological and quality changes of fresh-cut pineapple treated with antibrowning agents. *Lebensm Wiss Technol.* **37**: 369–76
- González-Aguilar, G. A., Wang, C. Y., Buta, J. G. 2000. Maintaining quality of fresh-cut mangoes using antibrowning agents and modified atmosphere packaging. *J Agric Food Chem.* **48**: 4204–8
- Gorny, J. R., Hess-Pierce, B., Kader, A. A. 1998. Effects of fruit ripeness and storage on the deterioration rate of fresh-cut peaches and nectarine slices. *Hort Sci.* **33**: 110–3
- Goswami, T. K., and Ravindra, M. R. 2013. Determination of Aroma Volatiles in Mango Fruit Cv. Amrapali as Affected During Storage Under Rapid Control Atmosphere Conditions using Liquid Nitrogen. *International Journal of Agriculture. Environment and Biotechnology.* **6(3)**: 471-478
- Gupta, S., Lakshmi, A. J. and Prakash, J. 2008. Effect of different blanching treatments on ascorbic acid retention in green leafy vegetables. *Nat. Prod. Radiance.* **7**: 111-116
- Halevy, A. H. and Mayak, S. 1981. Senescence and postharvest physiology of cut flowers -- Part 2. *Hort. Rev.* **3**:59-143

- Harrington, J. F. 1973. Biochemical basis of seed longevity. *Seed Science and Technology* **1**: 453-461
- Hays, W. B. 1944. Fruit growing in India. Kitabistan Allahabad
- Hemilä, H. 2003. Vitamin C, respiratory infections and the immune system. *TRENDS in Immunology* **24 (11)**: 579-580. Department of Public Health. University of Helsinki. Helsinki. Finland
- Hulme, A. C. 1958. Some aspects of biochemistry of apple and pear fruit. *Adv. Food Research*. **8**: 297
- IOM. 2006. Emergency care for children. Growing pains National Academic Press. Washington DC
- James, A. D. 1983. *Carica papaya* L. Handbook of Energy Crops. <http://www.hort.purdue.edu/newcrop/duke.energy/Carica.papaya.html>. Dilayari pada 18 Mac 2013. Disahkan pada 16 Disember 2014
- Kader, A. A. 1988. Influence of preharvest and postharvest environment on nutritional composition of fruits and vegetables. In: Quebedeaux, B., Bliss, F.A. (Eds.). *Horticulture and Human Health: Contributions of Fruits and Vegetables. Proceedings of the 1st International Symposium on Horticulture and Human Health*. Prentice-Hall. Englewood Cliffs. NJ. 18–32
- Krishna, K. L., Paridhavi M., Jagruti A. P. 2008. Review on nutritional, medicinal and pharmacological properties of Papaya (*Carica papaya* Linn.). *NPR* **7**: 364-373
- Lambrinos, D., Maris, M., Kobayashi, H., Labhart, T., Pfeifer, R., and Wehner, R. 1997. An autonomous agent navigating with a polarized light compass. *Adaptive Behavior*. **6(1)**:175–206
- Lee, S. K. and Kader, A. A. 2000. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. *Postharvest Biology and Technology*. 207–220
- Lelievre, J. M., Latche, A., Jones, B., Bouzayen, M. and Pech, J. C. 1997. Ethylene and fruit ripening. *Physiologia Plantarum*. **101**:727–39
- Mahmud, T. M. M., Al Eryani-Raqeeb, A., Syed Omar, S. R., Mohamed Zaki, A. R. and Eryani Abdul-Rahman. 2008. Effect of Different Concentrations and Applications of Calcium on Storage Life and Physiochemical Characteristics of Papaya (*Carica Papaya* L.). *American Journal of Agriculture and Biological Sciences*. **3(3)**: 526-533
- Manganaris, G. A., Vicente, A. R., Crisosto, C. H., and Labavitch, J. M. 2008. Cell wall modifications in chilling-injured plum fruit (*Prunus salicina*). *Postharvest Biology and Technology*. **48(1)**: 77-83
- MARDI. 1994. *Penanaman Betik*. Malaysia: Institut Penyelidikan dan Kemajuan Pertanian

- May, J. M. 1999. Is ascorbic acid an antioxidant for the plasma membrane?. The FASEB journal. **13(9)**: 995-1006
- MOA. 2003. *Potensi Betik*. Malaysia: Kementerian Pertanian Asas Tani
- Morton, J. F. 1987. Papaya *Carica papaya* L. Fruits of Warm Climate. Creative Resources Inc. <http://www.hort.purdue.edu/newcrop/morton/papaya.ars.html>. Dilayari pada 13 Mac 2013. Disahkan pada 16 Disember 2013
- Nazeeb, M. and Broughton, W. J. 1978. Storage conditions and ripening of papaya Bentong and Taiping. *Scientia Hort.* **9**:265-277
- Nowak, J., and Mynett, K. 1985. The effect of sucrose, silver thiosulphate and 8-hydroxyquinoline citrate on the quality of *Lilium* inflorescences cut at the bud stage and stored at low temperature. *Scientia horticulturae.* **25(3)**: 299-302
- Nowak, J., and Rudnicki, R. M. 1990. Storage. Postharvest Handling and Storage of Cut Flowers, Florist Greens, and Potted Plants. Timber Press. Portland. OR. 67-86
- Osman, A., and Mustaffa, R. 1993. Effects of different precooling methods and times on the storage quality of carambola variety B~ 1~ 0. In *ACIAR PROCEEDINGS*. Australian Centre for International Agricultural Research. 430-430
- Othman, O. C. 2011. Physicochemical characteristics and levels of inorganic elements in off-vine ripened pineapple (*Ananas comosus* L.) fruits of Dar es Salaam, Tanzania. *KIST Journal of Science and Technology.* **1(1)**: 23-30
- Pantoja, A., Follett, P. A. and Villanueva-Jiménez, J. A. 2002. Pests of papaya. In J. Pena, J. Sharp & M. Wysoki (eds.). *Tropical fruit pests and pollinators: Biology, economic importance, natural enemies and control*. Cambridge, CABI Publishing. 448p. 131-156
- Paull, R. E. and Duarte, O. 2010. Tropical Fruits Volume 1. 2<sup>nd</sup> Edition. *Crop Production Science in Horticulture*. Cabi: CAB International
- Prinz, W., Bortz, R., Bregin, B and Hersch M. 1977. The effect of ascorbic acid supplementation on some parameters of the human immunological defence system. *Int J Vitam Nutr Res.* **47(3)**: 248-57
- Ram, M. 2005. *Papaya*. Indian Council of Agricultural Research New Delhi
- Ranganna, S. 1986. *Handbook of analysis and quality control for fruit and vegetable products*. Tata McGraw-Hill Education.
- Rebouças, J. L., de Castro Machado, F. L., Afonso, M. R. A., da Costa, J. M. C. 2013. Post-Harvest Conservation of Papaya "Formosa Tainung 01" Conditioned Under Different Packaging Systems

- Rivera-López, J., Vázquez-Ortiz, F. A., Ayala-Zavala, J. F., Sotelo-Mundo, R. R., And González-Aguilar, G. A. 2005. Cutting Shape and Storage Temperature Affect Overall Quality of Fresh-cut Papaya cv. 'Maradol'. *Journal of Food Science*. Vol. 70
- Ronzio, R. 2003. *The Encyclopedia of Nutrition and Good Health*. Second Edition. Infobase Publishing
- Rukayah A. 1999. *Buah-buahan Malaysia*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka
- Santos, C. E. M, Couto, F. A. D., Salomão, S. C. C., Cecon, P. R., Wagner-Júnior, A. and Buckner, C. H. 2008. Comportamento pós-colheita de mamão formosa 'Tainung 01' acondicionado em diferentes embalagens para transporte. *Revista Brasileira de Fruticultura*, **30**: 315-321
- SDE. 2011. Papaya Nutrition Facts. <http://www.sde.idaho.gov/site/cnp/ffvp/fruit.veg/Papaya>. Dilayari pada 3 Mac 2013. Disahkan pada 16 Disember 2013
- Shewfelt, R. L. 1999. What is quality?. *Postharvest Biology and Technology*. **15(3)**: 197-200
- Silip, J. J. 2003. Quality characteristics of guava (*Psidium guajava* L. cv. Kampuchea) in response to hydrocooling time, storage temperature and storage duration. Master thesis. Universiti Putra Malaysia.
- Smith, D. 2007. Hydrocooling Peaches. *Food Processing for Entrepreneurs Series*. NebGuide. University of Nebraska. Lincoln Extension. Institute of Agriculture and Natural Resources
- Stintzing, F. C., Carle, R. 2004. Functional properties of anthocyanins and betalains in plants, food and human nutrition *Trends in Food Science & Technology*. 19–38
- Tee, E. S. 1982. *Nutrient Composition of Malaysian Foods -A Preliminary Table*. Institute for Medical Research. Kuala Lumpur
- Thompson, J. F., Mitchell, F. G., Rumsey, T. R., Kasmire, R. F. and Crisosto, C. C. 1998. Commercial cooling of fruits, vegetables, and flowers. Univ. Calif. DANR Pub. No. 21567
- Thompson, J. F. 2009. Pre-cooling and Storage Facilities. Department of Biological & Agricultural Engineering University of California. Davis. CA
- Turk, R., Celik, E. 1994. The effects of vacuum cooling on the quality criteria of some vegetables. *Acta Hort*. 368, 825–829
- Valero, D. and Serrano, M. 2010. *Postharvest Biology and Technology for Preserving Fruit Quality*. Taylor and Francis Group: CRC press

- Villegas, V. N. 1997. *Carica papaya*. In Verheij, E.W.M. and Coronel, R.E. (Eds). Plant Resources of South-East Asia: Edible Fruits and Nuts. PROSEA Foundation. Bogor. Indonesia
- Whiting, G. C. 1970. Sugars. *The biochemistry of fruits and their products*. **1**: 1-31
- Whitney, E., Whitney, E. N. and Rolfes, S. R. 2009. Understanding Nutrition. Cengage Learning
- Wills, R., McGlasson, B., Graham, D. and Joyce, D. 1998. Postharvest: An introduction to the physiology and handling of fruit, vegetables, and ornamentals. CAB International. Wallingford