

ANALISIS KEHADIRAN PROTEIN DAN ENZIM KATALASE DALAM ENDOSPERMA KELAPA TUA

HOO LI LING

**PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH**

**FAKULTI SAINS MAKANAN DAN PEMAKANAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH
2014**



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

**ANALISIS KEHADIRAN PROTEIN DAN ENZIM
KATALASE DALAM ENDOSPERMA KELAPA TUA**

HOO LI LING

**PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH**

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

**FAKULTI SAINS MAKANAN DAN PEMAKANAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH
2014**



UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS

TITUL: ANALISIS KEHADIRAN PROTEIN DAN ENZIM KATALASE DALAM
ENDOSPERMA KELAPA TUA

TAJUK: SARJANA MUDA SAINS MAKANAN DENGAN KEPUJIAN (SAINS MAKANAN DAN PEMAKANAN)

SESI PENGAJIAN: 2013/2014

NAMA: HOO LI LING

(HURUF BESAR)

Perpustakaan dibenarkan menyimpan 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

NURULAIN BINTI ISMAIL

LIBRARIAN

UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

(TANDATANGAN PENULIS)

Alamat Tetap: 400B, JALAN

PUDU 55100 K.L.

DR. ~~ROSI~~ MOHD. ROSNI BIN SULAIMAN

Nama Penyelia

Tarikh: 22/7/14

Tarikh: 22/7/14


- PETAKATAN:**
- * 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 disertasi bagi pengajian secara kerja kursus dan penyelidikan, atau Laporan Projek Sarjana Muda (LPSM).



PENGAKUAN

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

2 Jun 2014



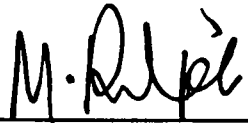
Hoo Li Ling
BN10110048

PENGESAHAN

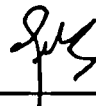
NAMA : HOO LI LING
NOMBOR MATRIKS : BN10110048
TAJUK : ANALISIS KEHADIRAN PROTEIN DAN ENZIM
KATALASE DALAM ENDOSPERMA KELAPA TUA
IJAZAH : SARJANA MUDA SAINS MAKANAN DENGAN
KEPUJIAN (SAINS MAKANAN DAN
PEMAKANAN)
TARIKH VIVA : 3 JULAI 2014

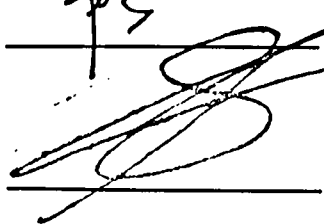
DISAHKAN OLEH

- 1. PENYELIA**
Dr. Mohd Rosni bin Sulaiman
- 2. PEMERIKSA 1**
Dr. Lee Jau Shya
- 3. PEMERIKSA 2**
Cik Umi Hartina Mohamad Razali
- 4. DEKAN**
Profesor Madya Dr. Sharifudin Md. Shaarani









PENGHARGAAN

Sekalung penghargaan ditujukan kepada penyelia saya, iaitu Dr. Mohd. Rosni bin Sulaiman dari Fakulti Sains Makanan dan Pemakanan, Universiti Malaysia Sabah yang telah memberi tunjuk ajar, teguran dan sokongan dari segi moral dan kewangan dari permulaan idea sehingga tesis ini berjaya ditamatkan secara sempurnanya. Setinggi penghargaan yang tulus ikhlas juga dirakamkan kepada pemeriksa-pemeriksa, iaitu Dr. Lee Jau Shya dan Cik Umi Hartina Mohamad Razali yang telah memberi panduan yang jelas dan kritikan sepanjang penyempurnaan tesis ini. Jutaan terima kasih turut saya ungkapkan kepada kak Hidayah, seorang pelajar master di Universiti Malaysia Sabah yang telah membimbing saya ke arah yang betul tatkala menghadapi masalah dalam proses menyiapkan tesis ini. Tidak lupa juga kepada rakan seperjuangan saya yang telah memberi bantuan, terutamanya sokongan moral kepada saya sepanjang tesis ini, ingin saya menawarkan berkat saya kepada mereka. Akhir sekali, ribuan terima kasih saya luahkan kepada sesiapa yang pernah terlibat secara langsung atau secara tidak langsung dalam proses menyelesaikan tesis ini. Penghargaan teristimewa juga dikalungkan kepada semua ahli keluarga saya yang tercinta atas galakan dan dorongan yang tidak terhingga tanpa bosan serta sokongan kewangan sepanjang tesis ini dilaksanakan. Kesyukuran terhadap Tuhan dan semoga Tuhan akan membalas segala bantuan dan kerjasama yang telah kalian rakamkan.

Hoo Li Ling
2 Jun 2014



ABSTRAK

Objektif kajian ini adalah untuk mengkuantifikasi dan membandingkan jumlah protein keseluruhan, jumlah protein terlarut dan aktiviti enzim katalase (KAT) dalam endosperma kelapa tua mengikut tiga varieti dan tiga lokasi yang berbeza di Sabah. Ciri fizikal buah iaitu berat dan ketebalan, sifat kimia buah iaitu nilai pH dan °Briks, jumlah protein keseluruhan, jumlah protein terlarut serta aktiviti spesifik enzim dalam endosperma kelapa telah dikaji mengikut varieti (Pandan, MAWA dan Tinggi Malaya) dan lokasi (Kudat, Papar dan Kota Marudu). Kematangan buah kelapa tua yang dikaji adalah berada dalam kematangan 10 hingga 12 bulan. Hasil statistik didapati terdapat interaksi ($p < 0.05$) bagi kedua-dua sifat kimia buah dan berat endosperma di antara varieti dan lokasi tetapi tiada kesan interaksi ($p > 0.05$) bagi ketebalan endosperma. Justeru, jumlah pepejal terlarut, nilai pH dan berat endosperma akan berubah mengikut lokasi dan varieti kelapa. Manakala, bagi jumlah protein keseluruhan, kelapa MAWA dari Kudat, Papar dan Kota Marudu adalah lebih tinggi secara statistik ($p < 0.05$) berbanding dengan semua sampel yang lain kecuali tiada perbezaan signifikan ($p > 0.05$) dengan kelapa Tinggi di Kudat dan Kota Marudu. Nilai jumlah protein keseluruhan bagi varieti MAWA didapati 14.47% dan 24.37% lebih tinggi ($p < 0.05$) daripada Tinggi Malaya dan Pandan. Bagi jumlah protein terlarut pula, kelapa MAWA dari Kudat adalah berbeza secara signifikan ($p < 0.05$) dengan semua sampel lain kecuali tidak berbeza dengan kelapa Tinggi Malaya dari Kudat ($p > 0.05$). Nilai jumlah protein terlarut bagi varieti Tinggi Malaya adalah paling tinggi ($p < 0.05$), 18.42% lebih tinggi daripada varieti Pandan yang mempunyai nilai yang terendah. Selain itu, aktiviti KAT bagi varieti MAWA didapati 46.61% dan 36.97% lebih tinggi ($p < 0.05$) berbanding dengan varieti Pandan dan Tinggi Malaya. Aktiviti enzim KAT mempunyai tiada perbezaan signifikan di antara lokasi penanaman ($p > 0.05$). Secara kesimpulannya, jumlah protein keseluruhan adalah berbeza mengikut varieti, jumlah protein terlarut adalah berbeza mengikut varieti yang berbeza atau lokasi penanaman yang berbeza dan enzim KAT hanya berbeza mengikut varieti. Aktiviti KAT dan kandungan protein masing-masing tidak berubah mengikut lokasi penanaman dan varieti di mana terdapat tiada interaksi dapat dikesan ($p > 0.05$) terhadap semua parameter tersebut.

ABSTRACT

ANALYSIS OF THE PRESENCE OF PROTEIN AND CATALASE ENZYME ACTIVITY IN MATURED COCONUT ENDOSPERM

The objectives of this study were to quantify and compare total proteins, total soluble proteins and specific activity of enzyme catalase (CAT) in endosperm of old coconut in three different varieties and three different locations in Sabah. Physical properties such as the weight and thickness of coconut endosperm, chemical properties such as pH and °Brix value, total proteins, total soluble proteins and the specific activity of CAT in the coconut endosperm were identified according to varieties (Pandan, MAWA and Malayan Tall) and locations (Kudat, Papar and Kota Marudu). The maturity range of coconut analyzed was 10 to 12 months old. Results showed there were statistical interaction ($p < 0.05$) between variety and location towards both the chemical properties measured and the weight of coconut endosperm but no interaction effect ($p > 0.05$) for the thickness of coconut endosperm. Hence, total soluble solids, pH value and endosperm's weight will vary according to locations and varieties. Results also showed that varieties of MAWA from Kudat, Papar and Kota Marudu were statistically higher ($p < 0.05$) than all the other samples but showed no significant difference ($p > 0.05$) with the Malayan Tall variety from Kudat and Kota Marudu as for the amount of total protein. MAWA variety was found to be statistically 14.47% and 24.37% higher ($p < 0.05$) than the Malayan Tall and Pandan respectively for total protein too. Meanwhile, for total soluble proteins, Malayan Tall variety was found to be the highest ($p < 0.05$) in which 18.42% higher than the Pandan variety which has the lowest value. Besides, activity of enzyme CAT for MAWA variety was found to be 46.61% and 36.97% higher ($p < 0.05$) than the Pandan and Malayan Tall variety. Activity of enzyme CAT had no significant difference ($p > 0.05$) between planting locations. In conclusion, total proteins differed according to varieties, total soluble proteins differed between varieties or planting locations and enzyme CAT differed only by varieties. Activity enzyme CAT and the value of protein contents did not change with varieties and locations as there was no detectable interaction effect ($p < 0.05$) between all the parameters.

SENARAI KANDUNGAN

Muka Surat

TAJUK	i
PENGAKUAN	ii
PENGESAHAN	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
SENARAI KANDUNGAN	
SENARAI JADUAL	vii
SENARAI RAJAH	viii
SENARAI SINGKATAN	ix
SENARAI SIMBOL	x
SENARAI LAMPIRAN	xi
BAB 1: PENDAHULUAN	
1.1 Pengenalan	1
BAB 2: ULASAN KEPUSTAKAAN	
2.1 Asal-usul Kelapa	6
2.2 Struktur Buah Kelapa	7
2.3 Aspek/ Lokasi Penanaman	7
2.4 Varieti Kelapa	8
2.5 Kematangan Kelapa	11
2.6 Komposisi Buah Kelapa	13
2.7 Produk Endosperma Kelapa	14
2.7.1 Kopra	
2.7.2 Kelapa Parut	



2.7.3	Santan dan Krim Kelapa	
2.7.4	Kelapa Minyak	
2.8	Produk Air Kelapa	17
2.8.1	Todi	
2.9	Enzim Katalase (KAT)	18

BAB 3: BAHAN DAN KAEDAH

3.1	Persampelan Buah Kelapa Tua	19
3.2	Penyediaan Sampel Endosperma Kelapa Tua	20
3.3	Reka Bentuk Eksperimen	20
3.4	Bahan Kimia, Peralatan dan Radas	22
3.5	Ciri-ciri Fizikal Kelapa	23
3.6	Sifat-sifat Kimia Kelapa	23
3.6.1	Penentuan Jumlah Pepejal Terlarut	
3.6.2	Penentuan pH	
3.7	Analisis Jumlah Protein Keseluruhan	24
3.7.1	Proses Penghadaman Sampel	
3.7.2	Proses Pembersihan dan Pemulihan	
3.7.3	Penentuan Jumlah Keseluruhan Protein	
3.8	Pengekstrakan Protein dan Enzim	25
3.9	Analisis Jumlah Protein Terlarut	26
3.9.1	Penyediaan <i>Bovine Serum Albumin</i> (BSA)	
3.9.2	Penyediaan Graf Piawai	
3.9.3	Kaedah Penentuan Jumlah Protein Terlarut	
3.10	Analisis Aktiviti Enzim Katalase (KAT)	27
3.10.1	Penyediaan Penampan Fosfat	
3.10.2	Penyediaan Hidrogen Peroksida	
3.10.3	Kaedah Penentuan Aktiviti KAT	
3.11	Analisis Statistik	29

BAB 4: HASIL DAN PERBINCANGAN

4.1	Ciri-ciri Fizikal Kelapa Tua	30
4.1.1	Berat Endosperma Kelapa Tua	
4.1.2	Ketebalan Endosperma Kelapa Tua	



4.2	Sifat-sifat Kimia Endosperma Kelapa Tua	33
4.3	Jumlah Protein Keseluruhan dalam Endosperma Kelapa Tua	35
4.4	Jumlah Protein Terlarut dalam Endosperma Kelapa Tua	38
4.5	Aktiviti Enzim Katalase dalam Endosperma Kelapa Tua	41

BAB 5: KESIMPULAN DAN CADANGAN

5.1	Kesimpulan	44
5.2	Cadangan	45

RUJUKAN	47
----------------	----

LAMPIRAN	54
-----------------	----



SENARAI JADUAL

	Muka Surat
Jadual 2.1	Pembahagian jenis buah kelapa 10
Jadual 2.2	Ringkasan keputusan kajian dari segi ciri fizikal, akustik, fisiologi dan mekanikal semasa kematangan meningkat 12
Jadual 2.3	Komposisi bagi air kelapa dan endosperma kelapa jenis Sri Lanka, <i>Malayan Yellow Dwarf</i> dan hibrid mengikut dua kematangan 13
Jadual 2.4	Komposisi kelapa dan produk kelapa berdasarkan 100g 14
Jadual 3.1	Bahan-bahan kimia, peralatan dan radas yang digunakan 22
Jadual 3.2	Pembahagian isipadu BSA dan air suling untuk menghasilkan kepekatan protein BSA 26
Jadual 4.1	Perbandingan ciri-ciri fizikal di antara kelapa tua mengikut varieti dan lokasi yang berbeza 30
Jadual 4.2	Perbandingan sifat-sifat kimia di antara kelapa tua mengikut varieti dan lokasi yang berbeza 33

SENARAI RAJAH

		Muka Surat
Rajah 2.1	Kawasan utama pertumbuhan pokok kelapa	6
Rajah 2.2	Keratan rentas bagi buah kelapa	7
Rajah 3.1	Reka bentuk eksperimen	21
Rajah 4.1	Jumlah protein keseluruhan endosperma kelapa tua mengikut varieti di lokasi penanaman yang berbeza	36
Rajah 4.2	Graf standard bagi mikroasai protein	38
Rajah 4.3	Jumlah protein terlarut endosperma kelapa tua mengikut varieti di lokasi penanaman yang berbeza	39
Rajah 4.4	Aktiviti enzim katalase dalam endosperma kelapa tua mengikut varieti di lokasi penanaman yang berbeza	42

SENARAI SINGKATAN

ANOVA	<i>Analysis of Variance</i>
BSA	<i>Bovine Serum Albumin</i>
FAO	<i>The Food and Agriculture Organization</i>
FAOSTAT	<i>The Food and Agriculture Organization Corporate Statistical Database</i>
FFA	<i>Free Fatty Acids</i>
ICAAP	<i>The International Congress on Aids in Asia and the Pacific</i>
KAT	Katalase
LDL	<i>Low Density Lipoprotein</i>
MATAG	Hibrid Kelapa Rendah Malaya dan Kelapa Tagnanan
MAWA	Hibrid Kelapa Rendah Malaya dan Kelapa Tinggi Afrika Barat
MFCL	<i>Ministry of Fisheries, Crops and Livestock</i>
NGMC	<i>New Guyana Marketing Corporation</i>
MOH	<i>Ministry of Health Malaysia</i>
NARI	<i>National Agricultural Research Institute</i>
NADPH	<i>Nicotinamide Adenine Dinucleotide Phosphate-oxidase</i>
NHMS	<i>National Health and Morbidity Survey</i>
SOD	<i>Superoxide Dismutase</i>
SPC	<i>Secretariat of the Pacific Community</i>
TAS	<i>Thai Agricultural Standard</i>
VCO	<i>Virgin Coconut Oil</i>

SENARAI SIMBOL

F	Nisbah F
g	Gram
Ha	Hektar
kg	Kilogram
kkal	Kilokalori
kHz	Kilohertz
ml	Mililiter
mm	Milimeter
mM	miliMolarity
N	Newton
$N \text{ mm}^{-1}$	Newton per megametre
p	Kebarangkalian
pH	Kuasa kepada hidrogen
rpm	Rotasi per minit
R^2	Nilai R kuasa dua
U/ml	Unit per mililiter
$\mu\text{g/ml}$	Mikrogram per milliliter
ϵ	Pekali pemupusan
ΔA	Perubahan keserapan
%	Peratus
$^{\circ}\text{N}$	Darjah utara
$^{\circ}\text{Brix}$	Darjah Brix
$^{\circ}\text{C}$	Darjah selsius

SENARAI LAMPIRAN

Muka Surat

Lampiran A	Hasil Statistik Bagi Ciri-ciri Fizikal Kelapa Tua	54
Lampiran B	Hasil Statistik Bagi Ciri-ciri Kimia Kelapa Tua	61
Lampiran C	Hasil Statistik Terhadap Jumlah Protein Keseluruhan	73
Lampiran D	Hasil Statistik Terhadap Jumlah Protein Terlarut	79
Lampiran E	Hasil Statistik Terhadap Aktiviti Enzim KAT	85



BAB 1

PENGENALAN

1.1 Subjek Kajian

Pohon kelapa (*Cocos nucifera* L.) dikenali sebagai "Tree of Life" (Fife, 2005). Hampir kesemua bahagiannya seperti isi, kulit, serat sekam, air kelapa, nira, pelepah dan batang pohon boleh digunakan untuk menghasilkan barangan harian, bahan binaan atau dijadikan sebagai makanan atau minuman (Chan dan Elevitch, 2006; Gawrilow, 2004; Rele dan Mohile, 2003; Prades *et al.*, 2011; Campbell dan Farrell, 2009; Yuhazri *et al.*, 2011). Buah kelapa merupakan antara makanan traditional yang penuh dengan sumber nutrisi sejak zaman dahulu lagi. Isi buah kelapa lazimnya dijadikan sebagai kopra, iaitu isi buah kelapa yang dikeringkan di mana minyak kelapa dan susu kelapa boleh diekstrak dan merupakan salah satu produk yang paling banyak diekspor oleh negara Filipina (IndexMundi, 2010).

Isi atau endosperma kelapa mula terbentuk apabila proses beberapa pembahagian nukleus sel endoplasma tanpa proses sitokinesis berlaku. Lapisan endosperma kelapa dibentuk selepas proses sitokinesis di mana proses ini berlaku dari bahagian pinggir kepada bahagian tengah (Yong *et al.*, 2009). Pada kematangan sebanyak lima hingga enam bulan, endosperma adalah dalam bentuk lut dan umpama jeli yang nipis dan semakin mengeras serta tebal setelah mencapai kematangan 11 hingga 12 bulan (Janick dan Paull, 2008). Endosperma kelapa pada kematangan 10 hingga 12 bulan merupakan subjek kajian ini di mana isi ini hanya terdapat dalam kelapa tua yang berwarna perang. Endosperma merupakan bahagian utama sesuatu tumbuhan dalam penyimpanan pelbagai makronutrien dan mikronutrien (Lopes dan Larkins, 1993). Salah satu makronutrien dalam endosperma kelapa tua ialah nutrien protein yang juga merupakan nutrien kajian ini. Terdapat kajian lepas yang dijalankan mengenai kimia komposisi isi dan air kelapa di sekitar kawasan pantai Pakistan dan melaporkan bahawa tekstur dan komposisi isi dan air kelapa berubah mengikut kematangan (Solangi dan Iqbal,



2011; Prades *et al.*, 2012). Kandungan protein meningkat apabila semakin mendekati tahap kematangan.

Protein merupakan rangkaian pelbagai amino asid yang amat penting dalam pemakanan manusia (Chambal *et al.*, 2011). Berdasarkan kajian, protein kelapa mengandungi kadar peratus yang tinggi bagi pelbagai kandungan amino asid seperti lysin, cystin, histidin, arginin, methionin dan lain-lain (Mepba dan Achinewhu, 2003). Hal ini menyebabkan kelapa amat berpotensi dalam pelbagai pembangunan hasil sampingan yang berprotein tinggi bagi meminimumkan masalah kekurangan protein. Protein berfungsi dalam pertumbuhan dan pembaikan sel dan tisu serta pengawalan kadar metabolisma badan dengan bertindak sebagai sejenis enzim (Lanham-New *et al.*, 2011). Enzim ialah sejenis protein globular yang mempunyai struktur tertiar di mana protein tersebut boleh dihasilkan melalui proses sintesis dan berfungsi sebagai pemangkin bagi mempercepat sesuatu tindak balas metabolik (Campbell dan Farrell, 2009). Enzim katalase (KAT) ialah salah satu enzim yang terdapat dalam kelapa dan enzim ini berfungsi sebagai antioksidan dengan menguraikan hydrogen peroksida kepada molekul air dan molekul oksigen (Zhang dan Jin, 2007). KAT adalah tergolong dalam kumpulan oksidoreduktase (Chi *et al.*, 2010) dan merupakan subjek kajian ini kerana enzim ini mempunyai potensi dalam menurunkan kadar penyakit kardiovaskular, strok, kanser, penuaan (Borek, 2001) dan penyakit kencing manis jenis dua (Styskal *et al.*, 2012).

1.2 Latar Belakang Kajian

Dunia tanaman bagi kelapa mencecah jumlah kuantiti sebanyak 59,983,908 Tan metrik (FAOSTAT, 2013). Mengikut Jabatan Pertanian Malaysia (2013), keluasan tanah di Malaysia yang sebanyak 108,828 Ha telah digunakan untuk penanaman kelapa pada tahun 2011 dan dijangka akan meningkat lagi kepada 115,455 Ha pada tahun 2013 (Unit Perangkaan Bahagian Perancangan, Teknologi Maklumat dan Komunikasi Jabatan Pertanian Semenanjung Malaysia, 2013). Malaysia juga telah mengeksport kelapa dan produk kelapa bernilai RM49,262,655 manakala import kelapa dan produk kelapa bernilai RM52,544,026 memberikan defisit imbalan dagangan sebanyak RM3,281,371. Tanaman ini merupakan pengeluaran

tanaman terpilih yang ketiga terbanyak di Malaysia pada tahun 2011 selepas buah-buahan dan sayur-sayuran, iaitu sebanyak 577,647 Tan metrik (Jabatan Perangkaan Malaysia, 2012). Berdasarkan Jabatan Pertanian Sabah (2009), tanaman kelapa merupakan tanaman industri bagi projek pembangunan tanaman kekal di Malaysia. Sabah merupakan pengeluaran kelapa yang tertinggi, iaitu sebanyak 55,088 Tan metrik selain daripada pengeluaran di semenanjung Malaysia (Jabatan Pertanian Malaysia, 2013).

Memandangkan kepentingan kelapa, pelbagai kajian terhadap kelapa telah dijalankan di pelusok dunia bagi meningkatkan kualiti dan potensi kelapa sebagai pengganti makanan. Santana *et al.* (2011) telah mengkaji endosperma kelapa muda (6 - 8 bulan) sebagai bahan ramuan dalam pembuatan aiskrim dan bertindak sebagai lemak, susu, pengemulsi dan penstabil. Bagi menyelesaikan masalah pembaziran dan pembuangan sisa endosperma kelapa muda di Brazil, Igutti *et al.* (2011) juga telah mengkaji penggunaan endosperma kelapa muda dalam pembangunan produk aiskrim. Terdapat juga kajian yang dijalankan terhadap hasil sampingan dari endosperma kelapa seperti minyak kelapa, kopra dan santan. Nevin and Rajamohan (2006) membandingkan tahap peningkatan antioksidan dalam tikus kajian di antara minyak kelapa murni (VCO) dengan minyak kopra dan minyak kacang tanah. Tahap pengurangan kolesterol, trigliserida dan lipoprotein berketumpatan rendah (LDL) juga dikajikan dengan penggunaan minyak kelapa murni (Nevin dan Rajamohan, 2008). Berdasarkan Tansakul dan Chaisawang (2006), ciri termofizikal santan dikajikan. Satu kajian terhadap kuantifikasi kandungan protein dalam endosperma kelapa selepas pengekstraksi santan turut dikajikan (Chambal *et al.*, 2011). Santoso *et al.* (1996) membandingkan komposisi nutrien kelapa muda, tua dan kelapa *Kopyor* (kelapa yang mempunyai pembentukan endosperma yang tidak normal).

Selain itu, pelbagai kajian juga telah diselidik terhadap manfaat penggunaan air kelapa muda dari segi kebaikan kesihatan di mana air kelapa secara efektifnya dapat menurunkan kadar risiko hipertensi, tekanan oksidatif, hiperlipidemia, penyakit ulser perut, resdung, kaviti gigi, keracunan makanan, dan jangkitan

saluran kencing (DebMandal dan Mandal, 2011; Prades *et al.*, 2012; Sandhya dan Rajamohan, 2008; Yong *et al.*, 2009). Kehadiran pelbagai enzim seperti peroksida, tirosinase dan α -galactosidase yang mempengaruhi kualiti kelapa juga telah diselidikan (Balasubramanian dan Boopathy, 2013; Duarte *et al.*, 2002; Balasubramaniam *et al.*, 1976).

1.3 Penyataan Masalah

Berdasarkan kajian lepas yang telah diselidik, kebanyakan kajian adalah tertumpu kepada buah kelapa muda dan analisis yang dijalankan adalah terhadap air kelapa, minyak kelapa dan susu kelapa sahaja tetapi kurang penyelidikan terhadap endosperma buah kelapa tua. Hal ini mungkin disebabkan oleh nilai komersial hasil-hasilan ini adalah lebih tinggi selepas diproses berbanding dengan endosperma kelapa tua yang tanpa pemprosesan di mana permintaan di pasaran adalah lebih tinggi. Namun, endosperma kelapa tua merupakan asas pengetahuan kepada semua hasil sampingan kelapa tersebut dan komposisi endosperma akan mempengaruhi komposisi hasil tersebut. Kekurangan kajian terhadap endosperma kelapa tua berdasarkan varieti dan lokasi yang berbeza di Sabah menyebabkan informasi mengenai komposisi endosperma kelapa tua seperti kandungan protein kurang difahami dan seterusnya menjejaskan pemilihan kelapa yang berkualiti bagi pembangunan hasil-hasil sampingan kelapa serta penyelidikan yang selanjutnya sukar untuk dilaksanakan. Tambahan pula, nilai pemakanan dan perubahan endosperma kelapa di Sabah adalah kurang diselidik memandangkan endosperma kelapa mempunyai antioksidan enzim KAT yang berpotensi tinggi dalam meminimumkan pelbagai penyakit kronik. Justeru, pemahaman yang mendalam terhadap komposisi endosperma kelapa tua adalah penting bagi meningkatkan lagi kegunaan buah kelapa di samping mempengaruhi komposisi hasil sampingan yang diperolehi daripada endosperma kelapa tua.

1.4 Rasional Kajian

Endosperma merupakan sumber penyimpanan pelbagai nutrien seperti protein bagi sesuatu pertumbuhan (Lopes dan Larkins, 1993). Hal ini menyebabkan endosperma kelapa tua yang tebal sesuai diproses untuk menghasilkan pelbagai hasil sampingan

seperti santan, minyak kelapa, kopra dan lain-lain yang amat digemari dalam kalangan pengguna. Bagi menghasilkan produk yang lebih bermutu dan bernutrisi tinggi, analisis kandungan protein dijalankan bagi menyediakan informasi asas kepada penyelidikan yang lebih lanjut.

Berdasarkan NHMS (2011), penyakit tidak berjangkit semakin menyerlah di Malaysia di mana kuantiti yang mendapat penyakit hipertensi mencecah 32.7% atau 5.8 juta orang dewasa yang berumur 18 tahun dan ke atas, kencing manis jenis dua mencapai 15.2% atau 2.6 juta orang dan 35.1% atau 6.2 juta orang bagi penyakit hiperkolesterolemia. Pada tahun 2011, kematian disebabkan oleh penyakit adalah sangat tinggi sebanyak 86.49% (MOH, 2012). Penyakit jantung, kanser, strok, diabetes dan hipertensi masing-masing merupakan penyebab kepada kadar kematian yang tinggi di dunia (Murphy *et al.*, 2013). Enzim katalase mempunyai potensi untuk menurunkan jenis penyakit di atas (Borek, 2001; Styskal *et al.*, 2012). Justeru, keperluan untuk mengkaji kehadiran dan kuantiti enzim KAT dalam kelapa secara tidak langsungnya membantu dalam mengurangkan senario di atas di mana pengganti makanan yang berguna boleh dibangunkan atau diperbaiki.

1.5 Hipotesis

Terdapat perbezaan signifikan atau tiada perbezaan bagi jumlah protein keseluruhan, jumlah protein terlarut dan aktiviti enzim katalase dalam endosperma kelapa tua mengikut varieti dan lokasi penanaman di Sabah.

1.6 Objektif

Objektif kajian ini adalah untuk:

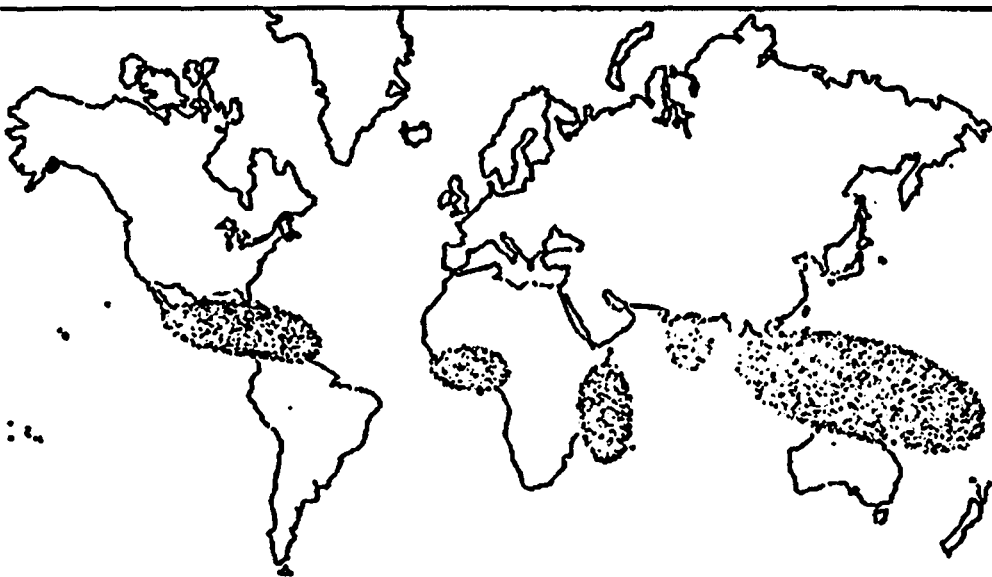
- i. Menentu dan membandingkan jumlah protein keseluruhan dan jumlah protein terlarut dalam endosperma kelapa tua mengikut varieti dan lokasi penanaman yang berbeza di Sabah
- ii. Menentu dan membandingkan aktiviti enzim katalase (KAT) dalam endosperma kelapa tua mengikut varieti dan lokasi penanaman yang berbeza di Sabah.

BAB 2

ULASAN KEPUSTAKAAN

2.1 Asal-usul Kelapa

Pohon kelapa merupakan ahli keluarga kepada *Arecaceae* (keluarga sawit), sub-keluarga kepada *Cocoideae* (Debmandal dan Mandal, 2011) dan spesies tunggal yang dikategorikan dalam genus *Cocos* (Xu *et al.*, 2010). Asal-usul kelapa kini masih merupakan satu kontroversi yang diperbahaskan oleh saintis-saintis sejak dahulu lagi. Sesetengah saintis mempercayai bahawa kelapa adalah berasal dari rantau Indo-Malaya manakala ada yang menyatakan bahawa asalnya adalah dari tropika Amerika (Grimwood *et al.*, 1976; Chan dan Elevitch, 2006). Walau bagaimanapun, Grimwood *et al.* (1976) telah menggambarkan bahagian bertitik sebagai pertumbuhan pohon kelapa kini (Rajah 2.1) adalah kebanyakan bertumbuh di dalam lingkungan 22° N dan S di mana pertumbuhan di luar lingkungan tersebut hanya berbunga tanpa berbuah dan hanya boleh dijadikan sebagai hiasan.

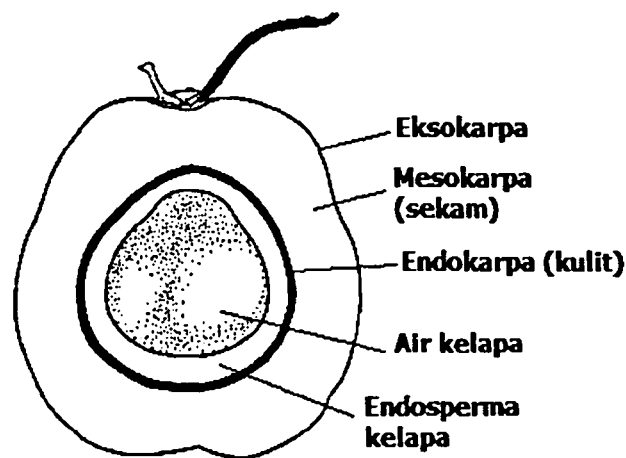


Rajah 2.1: Kawasan utama pertumbuhan pokok kelapa

Sumber: Grimwood *et al.* (1976)

2.2 Struktur Buah Kelapa

Buah kelapa terdiri daripada lima bahagian yang utama, iaitu eksokarpa yang menunjukkan penampilan buah kelapa, mesokarpa sebagai sekam di mana bahagian ini dipotong kepada pelbagai bentuk seperti bentuk kon di bahagian stem, bentuk muncung atau silinder dengan tapak rata untuk pembungkusan dan pengeksportan (TAS, 2007), endokarpa merupakan kulit keras berwarna perang yang nipis sebagai testa mengelilingi dua lagi bahagian, iaitu endosperma kelapa dan air kelapa (Prades *et al.*, 2012). Endosperma kelapa adalah daging isi kelapa yang berwarna putih dan selalunya dijadikan sebagai pangan, makanan ternakan, manisan di Indonesia dan Malaysia serta sebagai chutney di Sri Lanka dan India (Chan dan Elevitch, 2006).



Rajah 2.2: Keratan rentas bagi buah kelapa

Sumber: Gatchalian *et al.* (1993)

2.3 Aspek/ Lokasi Penanaman

Pokok kelapa banyak bertumbuh di rantau tropika mengelilingi kawasan pantai yang mempunyai pasir kasar. Pasir kasar merupakan habitat semula jadi pertumbuhan pokok kelapa, namun pokok kelapa juga sesuai ditumbuh di tanah dengan criterianya mempunyai sifat fizikal dan kimia yang baik (Chan dan Elevitch, 2006). Keupayaan kelapa untuk bercambah adalah tinggi kerana pertumbuhan masih berlaku walaupun tanah adalah tidak subur dan mempunyai kemasinan yang tinggi. Aspek atau lokasi yang paling sesuai bagi penanaman kelapa adalah pada

pH 5.5-7.0 dengan mempunyai saluran air yang mencukupi di samping mempunyai suasana suhu di sekitar 27°C sepanjang tahun dan kelembapan relative sebanyak 60% ke atas (Chan dan Elevitch, 2006).

Mengikut panduan pertanian negeri Perak (2010), penanaman kelapa hanya sesuai dengan adanya jumlah hujan sebanyak 1300-2300 mm/tahun, suhu optimum pada 27-28°C, sinaran matahari tidak kurang daripada 2000 jam/tahun dan kelembapan relatif antara 80-90%. Tanah yang rata, bersaliran baik, berprofil dalam, berstruktur lom berpasir dan subur tidak dinafikan bahawa membantu dalam penanaman kelapa yang berkualiti. Juga, kelapa perlu ditanam pada ketinggian kurang daripada 100 meter daripada aras laut bagi mengelakkan pembesaran terbantut dan pembentukan buah yang kurang. Bagi mengelakkan masalah tanah kekurangan nutrien selepas penanaman kelapa, penanaman tanaman kekacang adalah diperlukan supaya memulihkan kadar nitrogen di tanah (Orwa *et al.*, 2009).

2.4 Varieti Kelapa

Terdapat tiga varieti utama kelapa, iaitu kelapa jenis tinggi, kelapa jenis dwarf dan jenis hibrid. Kelapa jenis tinggi dikategorikan kepada bertumbuh secara liar (niu kafa) dan secara domestic (niu vai). Niu kafa mempunyai ciri-ciri seperti panjang, buah berbentuk segi tiga dengan biji kecil yang memanjang dan nisbah sekam dengan biji yang tinggi, manakala niu vai mempunyai buah yang lebih besar (Chan dan Elevitch, 2006). Grimwood *et al.* (1976) memaparkan bahawa kelapa jenis tinggi mempunyai ciri umum seperti mempunyai stem yang teguh, berjangka hayat panjang (60 tahun ke atas), berbuah lambat, perdebungaan bersilang (Debmandal dan Mandal, 2011) dan memberi penghasilan yang terbaik selepas 15 hingga 20 tahun. Ciri-ciri yang telah digunakan untuk mengklasifikasikan jenis kelapa tinggi termasuk biologi bunga, fisiologi buah dan masa percambahan (Chan dan Elevitch, 2006). Kelapa Tinggi Malaya (*Malayan Tall*) merupakan jenis yang terdapat di Malaysia dan ditanam di sekitar pantai. Jenis ini mempunyai jangka hayat panjang selama 80 hingga 90 tahun, bersaiz tinggi dan besar di mana ketinggiannya boleh mencecah 15-18 meter serta bertumbuh cergas di pelbagai jenis tanah (Kementerian Pertanian dan Industri Asas Tani Malaysia, 2009).

RUJUKAN

- Aebi, H. 1984. Catalase *in Vitro*. *Methods in Enzymology*. **105**: 121-126.
- Aebi, H. E. 1983. Catalase in Vitro. *Dalam* Bergmeyer, H. U., Bergmeyer, J. and GraBL. *Methods of Enzymatic Analysis*. hlm. 273–286. Germany: Verlag Chemie & Weinheim.
- AOAC, Association of Official Analytical Chemist. 2002. AOAC Official Method 2001.11: Protein (Crude) in Animal Feed, Forage (Plant Tissue), Grain, and Oilseeds.
<http://down.40777.cn/stardard/8/4.2.11%20AOAC%20Official%20Method%202001.11%20Protein%28Crude%29in%20Animal%20Feed.pdf>. Dicetak 16 Desember 2013.
- AOAC International. 2006. *The Official Method of analysis of AOAC international*, (18th ed). USA: The Association Official Analysis Chemistry Arlington.
- Aromatic Coconut*. Thai Agricultural Standard (TAS). 2007.
- Ayar-kayali, H. dan Tarhan, L. 2003. The effect of cultural conditions on the variations of SOD, CAT and GSH-Px Activities and LPO Levels in the filamentous fungus *Fusarium equiseti*. *Turkish Journal of Chemistry*. **28**: 213-222.
- Balasubramaniam, K., Dey, P. M. dan Pridham, J. B. 1976. α -Galactosidase from coconut kernel. *Phytochemistry*. **15**: 1445-1446.
- Balasubramanian, M. dan Boopathy, R. 2013. Purification and characterization of peroxidises from liquid endosperm of *Cocos nucifera* (L.): Biotransformation. *Journal of Molecular Catalysis B: Enzymatic*. **90**: 33–42.
- Benedicte, D. Z. A., Rachel, A. R., Roger, K. B., Bernadin, A., Louis, K. K. J. dan Patrice, K. L. 2014. Physicochemical characteristics of coconut water from "in vitro culture" (*Cocos nucifera* L.) according to fruit maturation stage and storage period. *British Journal of Applied Science & Technology*. **4**(1): 54-66.
- Bhagya, D., Prema, L. dan Rajamohan, T. 2012. Therapeutic effects of tender coconut water on oxidative stress in fructose fed insulin resistant hypertensive rats. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*. 270-276.
- Bio-Rad. 1994. Bio-Rad Protein Assay, http://www.bio-rad.com/LifeScience/pdf/Bulletin_9004.pdf. Dicetak 15 Desember 2013.
- Borek, C. 2001. Antioxidant Health Effects of Aged Garlic Extract. *Journal of Nutrition*. **131**(3): 1010S-1015S.

- Buclin, T., Cosma, M., Appenzeller, M., Jacquet, A.-F., Décoster, L. A., Biollaz, J. dan Burckhardt, P. 2001. Diet acids and alkalis influence calcium retention in bone. *Osteoporos International*. **12**:493–499.
- Campbell, M. K. dan Farrell, S. O. 2009. *Biochemistry, 6th ed.* Canada: Thomson Books/Cole.
- Chambal, B., Bergenståhl, B. dan Dejmek, P. 2011. Edible proteins from coconut milk press cake; one step alkaline extraction and characterization by electrophoresis and mass spectrometry. *Food Research International*. **47**:146–151.
- Chan, E. dan Elevitch, C. R. 2006. Species Profiles for Pacific Island Agroforestry, <http://www.agroforestry.net/tti/Cocos-coconut.pdf>. Dicetak 15 Desember 2013.
- Chauhan, O. P., Archana, B. S., Singh, A., Raju, P. S. dan Bawa, A. S. 2013. Utilization of tender coconut pulp for jam making and its quality evaluation during storage. *Food Bioprocess Technology*. **6**: 1444-1449.
- Chi, Z., Liu, R. dan Zhang, H. 2010. Potential enzyme toxicity of oxytetracycline to catalase. *Science of the Total Environment*. **408**: 5399–5404.
- Coconut Pacific Food Leaflet No 4*. Secretariat of the Pacific Community (SPC). 2006.
- Coconut Production*. FAO Statistic. 2013.
- Codex Committee on Processes Fruits and Vegetables*. FAO. 2002.
- DebMandal, M., dan Mandal, S. 2011. Coconut (*Cocos nucifera* L.: *Arecaceae*): In health promotion and disease prevention. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*. 241-247.
- Duarte, A.C.P., Coelho, M.A.Z. dan Leite, S.G.F.. 2002. Identification of peroxidase and tyrosinase in green coconut water. *Ciencia y Tecnología Alimentaria*. **3**(5): 266-270.
- Ensminger, M. E. dan Ensminger, H. A. 1994. *Foods & Nutrition Encyclopedia, 2nd ed.* USA: CRC Press LLC.
- FAO Agricultural and Food Engineering Training and Resource Materials*. FAO. 2007.
- Foale, M. dan Harries, H. 2011. Farm and Forestry Production and Marketing Profile for Coconut (*Cocos nucifera*). In: Elevitch, C. R. (ed.). *Specialty Crops for Pacific Island Agroforestry*. Hawai'i: Permanent Agriculture Resource (PAR).
- Gatchalian, M. M., Leon, S. Y. D. dan Yano, T. 1993. Comparative profiles of young coconut (*Cocos nucifera*, L.) from fresh and stored nuts. *Food Quality and Preference*. **4**: 193-200

- Gatchalian, M. M., Leon, S. Y. D. dan Yano, T. 1994. Measurement of young coconut (*Cocos nucifera*, L.) maturity by sound waves. *Journal of Food Engineering*. **23**: 253-276.
- Gawrilow, I. 2004. Vegetable oil usage in lubricants, <http://aocs.files.cms-plus.com/inform/2004/11/vegetable.pdf>. Dicitak 15 Desember 2013.
- Grimwood, B. E., Ashman, F., Jarman, C. G., Collab Little, E. C. S. dan Dendy, D. A. V. 1976. *Coconut palm products: their processing in developing countries*. Plant Production and Protection Papers. Roma: FAO.
- Gunathilake, K. D. P. P. dan Jayasekera, C. 2003. Study on the development and storage of bottled *Penipol. Cocos*. **15**: 31-37.
- ICAAP. 2014. Coconut, <http://advanceagripractice.in/crops/coconut/>. Dicitak 20 May 2014.
- Igutti, A. M., Pereira, A. C. I., Fabiano, L., Silva, R. A. F. dan Riberio, P. 2011. Substitution of ingredients by green coconut (*Cocos nucifera* L) pulp in ice cream formulation. *Procedia Food Science*. **1**: 1610 – 1617.
- Indexmundi. 2010. Coconut Oil Production by Country in 1000 MT, <http://www.indexmundi.com/agriculture/?commodity=coconut-oil>. Dicitak 15 Desember 2013.
- Jabatan Perangkaan Malaysia. 2012. Indikator Pertanian Terpilih, http://www.statistics.gov.my/portal/download_Agriculture/files/Selected_Agricultural_Indicators_Malaysia_2012.pdf. Dicitak 15 Desember 2013.
- Jabatan Pertanian Malaysia. 2013. Keluasan Bertanam dan Pengeluaran Kelapa Malaysia Mengikuti Negeri, 2007 – 2011, http://www.doa.gov.my/c/document_library/get_file?uuid=247f56e4-b6aa-4df6-8a7d-3cc4ecdb6a47&groupId=38371. Dicitak 15 Desember 2013.
- Jabatan Pertanian Sabah. 2009. Perkhidmatan Pembangunan Komoditi, http://www.sabah.gov.my/tani/s2_perkhidmatan/pem_komoditi.html. Dicitak 15 Desember 2013.
- Janick, J. dan Paull, R. E. 2008. *The Encyclopedia of Fruit & Nuts*. UK: CAB International.
- Kar, M. dan Mishra, D. 1976. Catalase, peroxidase, and polyphenoloxidase activities during rice leaf senescence. *Plant Physiology*. **57**: 315-319.
- Kementerian Pertanian dan Industri Asas Tani Malaysia. 2009. Profil Kelapa, <http://www.moa.gov.my/documents/10157/967b8b67-1b3f-4ecd-967e-a090b6c2ddd7>. Dicitak 16 Desember 2013.

- Kirkman, H. N., Galiano, S., dan Gaetani, G. F. 1987. The function of catalase-bound NADPH. *The Journal of Biological Chemistry*. **262**: 660-666.
- Lanham-New, S., Stear, S., Shirreffs, S. dan Collins, A. L. 2011. *Sport and Exercise Nutrition*. USA: Wiley-Backwell.
- Lauzon, R. D. 2005. Physico-chemical properties and processing possibilities and processing possibilities of macapuno cultivars developed at Leyte State University. *Philippine Journal of Crop Science*. **30**(2): 55-60.
- Lee, S. K. dan Kader, A. A. 2000. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. *Postharvest Biology and Technology*. **20**: 207-220.
- Lopes, M. A. dan Larkins, B. A. 1993. Endosperm origin, development, and function. *The Plant Cell*. **5**: 1383-1399.
- Matés, J. M. 2000. Effects of antioxidant enzymes in the molecular control of reactive oxygen species toxicology. *Toxicology*. **153**: 83-104.
- Matsui, K. N., Gut, J. A. W., Oliveira, P. V. D. dan Tadini, C. C. 2008. Inactivation kinetics of polyphenol oxidase and peroxidase in green coconut water by microwave processing. *Journal of Food Engineering*. **88**: 169-176.
- Mepba, H. D. dan Achinewhu, S. C. 2003. Effects of processing on protein nutritive quality of coconut *Cocos nucifera* products. *Plant Foods for Human Nutrition*. **58**: 15-25.
- MFCL, NGMC dan NARI. 2004. *Postharvest Technical Series, Coconut: Postharvest Care and Market Preparation*. http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/Pnacy843.pdf. Dicetak 20 May 2014.
- Ministry Of Health. 2012. Health Fact 2012, http://www.moh.gov.my/images/gallery/stats/heal_fact/health_fact_2012_page_by_page.pdf. Dicetak 15 Desember 2013.
- Murphy, S. L., B., Xu, J., dan Kochanek, K. D. 2013. National Vital Statistics Reports Deaths Vol. 61, No. 4. Final Data for 2010. http://www.cdc.gov/nchs/data/nvsr/nvsr61/nvsr61_04.pdf. Dicetak 15 Desember 2013.
- Nevin, K. G. dan Rajamohan, T. 2004. Beneficial effects of virgin coconut oil on lipid parameters and in vitro LDL oxidation. *Clinical Biochemistry*. **37**: 830 – 835.
- Nevin, K. G. dan Rajamohan, T. 2006. Virgin coconut oil supplemented diet increases the antioxidant status in rats. *Food Chemistry*. **99**: 260-266.

- Nevin, K. G. dan Rajamohan, T. 2008. Influence of virgin coconut oil on blood coagulation factors, lipid levels and LDL oxidation in cholesterol fed SpragueDawley rats. *e-SPEN, the European e-Journal of Clinical Nutrition and Metabolism*. **3**: e1-e8.
- Olaniyi, J. O., Adelasoye, K. A. dan Jegede, C. O. 2008. Influence of nitrogen fertilizer on the growth, yield and quality of grain amaranth varieties. *World Journal of Agricultural Sciences*. **4**(4): 506-513.
- Orwa, C., Mutua, A., Kindt, R., Jamnadass, R. dan Simons, A. 2009. Agroforestry Database: a tree reference and selection guide version 4.0, http://www.worldagroforestry.org/af/treedb2/AFTPDFS/Cocos_nucifera.pdf. Dicitak 15 Desember 2013.
- Panduan Penanaman Kelapa*. Jabatan Pertanian Negeri Perak. 2010.
- Phillips, R. L. 1994. *The Coconut*. Florida Cooperative Extension Service, University of Florida.
- Prades, A., Dornier, M., Diop, N. dan Pain, J. P. 2012. Coconut water uses, composition and properties: a review. *Fruits*. **67**(2): 87-107.
- Punchihewa, P. G. dan Arancon, R. N. 1999. Coconut: Post-harvest Operation. FAO.
- Purkayastha, M. D., Kalita, D., Mahnot, N. K., Mahanta, C. L., Mandal, M. dan Chaudhuri, M. K. 2012. Effect of L-ascorbic acid addition on the quality attributes of micro-filtered coconut water stored at 4 °C. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. **16**: 69-79.
- Rachel, A. R., Jean-Louis, K. K., Alexia, P., Jean, N. dan Ernest, K. 2010. Physicochemical characteristics of kernel during fruit maturation of four coconut cultivars (*Cocos nucifera* L.). *African Journal of Biotechnology*. **9**(14): 2136-2144.
- Ramirez, D. A. 1986. Genetics of makapuno: a genetic tumor of the coconut endosperm. *Genetic*. **8**: 93-110.
- Rasyid, F., Manullang, M. dan Hansen, P. M. T. 1992. Isolation and characterization of coconut protein. *Food Hydrocolloids*. **6**(3): 301-314.
- Rele, A. S. dan Mohile, R. B. 2003. Effect of mineral oil, sunflower oil, and coconut oil on prevention of hair damage. *Journal of Cosmetic Science*. **54**: 175-192.
- Ritenour, M. A. (t.th.). Plant Nutrition Impacts on Vegetable Quality. *Institute of Food and Agricultural Sciences*. <http://www.ecofisiohort.com.ar/wp-content/uploads/2010/04/Precosecha-y-calidad.pdf>. Dicitak 20 May 2014.

- Sala, J. M., dan Lafuente, M. T. 2000. Catalase enzyme activity is related to tolerance of mandarin fruits to chilling. *Postharvest Biology and Technology*. **20**: 81-89.
- Sandhya, V. G. dan Rajamohan, T. 2008. Comparative evaluation of the hypolipidemic effects of coconut water and lovastatin in rats fed fat-cholesterol enriched diet. *Food and Chemical Toxicology*. **46**: 3586–3592.
- Santana, I. A., Ribeiro, E. P. dan Iguti, A. M. 2011. Evaluation of Green Coconut (*Cocos nucifera* L.) Pulp for Use as Milk, Fat and Emulsifier Replacer in Ice Cream. *Procedia Food Science*. **1**: 1447-1453.
- Santoso, U., Kubo, K., Ota, T., Tadokoro, T. dan Maekawa, A. 1996. Nutrient composition of *kopyor* coconuts (*Cocos nucifera* L.). *Food Chemistry*. **57**: 299-304.
- Solangi, A. H. dan Iqbal, M. Z. 2011. Chemical composition of meat (kernel) and nut water of major coconut (*Cocos nucifera* L.) cultivars at coastal area of Pakistan. *Pakistan Journal of Botany*. **43**(1): 357-363.
- Styskal, J., Remmen, H. V., Richardson, A. dan Salmon, A. B. 2012. Oxidative stress and diabetes: What can we learn about insulin resistance from antioxidant mutant mouse models? *Free Radical Biology and Medicine*. **52**(1): 46–58.
- Tansakul, A. dan Chaisawang, P. 2006. Thermophysical properties of coconut milk. *Journal of Food Engineering*. **73**(3): 276–280.
- TAS. 2007. Aromatic coconut.
<http://www.acfs.go.th/standard/download/eng/coconuts.pdf>. Dicetak 20 May 2014.
- Terdwongworakul, A., Chaiyapong, S., Jarimopas, B. dan Meeklangsaen, W. 2009. Physical properties of fresh young Thai coconut for maturity sorting. *Biosystems Engineering*. **103**: 208-216.
- The Nutrition Society. 2011. Nutrition and Metabolism. *Dalam* Lanham-New, S. A., Macdonald, I. and Roche, H. (ed.). *Nutrition and Metabolism*. UK: Wiley Blackwell.
- Unit Perangkaan Bhagian Perancangan, Teknologi Maklumat dan Jabatan Pertanian Semenanjung Malaysia. 2013. Statistik Tanaman (Sub Sektor Tanaman Makanan) 2013,
http://www.doa.gov.my/c/document_library/get_file?uuid=6e657e5c-21c4-4967-8e84-8b3a67dae933&groupId=38371. Dicetak 16 Disember 2013.
- Villarino, B. J., Dy, L. M. dan Lizada, M. C. C. 2007. Descriptive sensory evaluation of virgin coconut oil and refined, bleached and deodorized coconut oil. *Food Science and Technology*. **40**: 193–199.

- Valko, M., Leibfritz, D., Moncol, J., Cronin, M.T.D., Mazur, M., dan Telser, J. 2007. Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease. *The International Journal of Biochemistry & Cell Biology*. **39**: 44–84.
- Vetrano, A.M., Heck, D.E., Mariano, T.M., Mishin, V., Laskin, D.L. dan Laskin, J.D. 2005. Characterization of the Oxidase Activity in Mammalian Catalase. *The Journal of Biological Chemistry*. **280**: 35372-35381.
- Xu, L., Ye, R., Zheng, Y., Wang, Z., Zhou, P., Lin, Y. dan Li, D. 2010. Isolation of endosperm-specific LPAAT gene promoter from coconut (*Cocos nucifera* L.) and its functional analysis in transgenic rice plants. *Plant Cell Reports*. **29**(9):1061-8.
- Yong, J. W. H., Ge, L., Ng, F. Y. dan Tan, S. N. 2009. The chemical composition and biological properties of coconut (*Cocos nucifera* L.) water. *Molecules*. **14**: 5144-5164.
- Young, I.S., dan Woodside, J.V. 2001. Antioxidants in health and disease. *Journal of Clinical Pathology*. **54**: 176-186.
- Yuhazri, Y. M., Sihombing, H., Jeefferie, A. R., Mujahid, A. Z. A., Balamurugan, A. G., Norazman, M. N. dan Shohaimi, A. 2011. Optimization of coconut fibers toward heat insulator applications. *Global Engineers & Technologist Review*. **1**: 1
- Zhang, X. dan Jin, J. 2007. Binding analysis of pazufloxacin mesilate to catalase using spectroscopic methods. *Journal of Molecular Structure*. **882**: 96–100.