

**PENENTUAN PROTEIN DAN AKTIVITI ENZIM
KATALASE DALAM SAMPEL AIR KELAPA MUDA
DARI TIGA VARIETI DAN TIGA LOKASI DI SABAH**

CHANG SYH SYH

**PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH**

**LATIHAN ILMIAH YANG DIKEMUKAKAN UNTUK
MEMPEROLEHI IJAZAH SARJANA MUDA SAINS
MAKANAN DENGAN KEPUJIAN DALAM BIDANG
SAINS MAKANAN DAN PEMAKANAN**

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

2013



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS

DUL: DENENTUAN PROTEIN DAN AKTIVITI ENZIM KATALASE DALAM SAMPEL AIRKELAPA MUDA DARI TIGA VARIETI DAN TIGA LOKASI DI SABAHAZAH: SARJANA MUDA SAINS MAKANAN DENGAN KEPUJIAN (SAINS MAKANAN DAN PEMAKANAN)SESI PENGAJIAN: 2009 / 2010ya CHANG SYH SYH

(HURUF BESAR)

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

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

SULIT

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

TERHAD

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

TIDAK TERHAD

Disahkan oleh

(TANDATANGAN PENULIS)

(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

Alamat Tetap: HSE 35, LORONG SRI KEPAYAN18, FASA 7, TAMAN SRI KEPAYAN88200, KOTA KINABALU, SABAHTarikh: 29 Julai 2013MOHD
DR. ROSNI BIN SULAIMAN

Nama Penyelia

Tarikh: 29/7/2013

ATATAN: * Potong yang tidak berkenaan.

- * Jika tesis ini SULIT atau TERHAD, sila lampirkan surat daripada pihak berkuasa/organsasi berkenaan dengan menyatakan sekali sebab dan tempoh tesis ini perlu dikelaskan sebagai SULIT dan TERHAD.

- * Tesis dimaksudkan sebagai tesis bagi Ijazah Doktor Falsafah dan Sarjana secara penyelidikan, atau disertasi bagi pengajian secara kerja kursus dan penyelidikan, atau Laporan Projek Sarjana Muda (LPSM).



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

PENGAKUAN

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

26 Julai 2013

Syf

CHANG SYH SYH

BN09110081

PENGESAHAN

NAMA : CHANG SYH SYH

NOMBOR MATRIK : BN09110081

TAJUK : PENENTUAN PROTEIN DAN AKTIVITI ENZIM
KATALASE DALAM SAMPEL AIR KELAPA MUDA
DARI TIGA VARIETI DAN TIGA LOKASI DI
SABAH

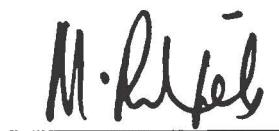
IJAZAH : SARJANA MUDA SAINS MAKANAN DENGAN
KEPUJIAN (SAINS MAKANAN DAN PEMAKANAN)

TARIKH VIVA : 27 JUN 2013

DISAHKAN OLEH

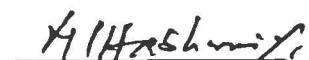
1. PENYELIA

DR. MOHD ROSNI BIN SULAIMAN



2. PEMERIKSA I

DR. MUHAMMAD IQBAL HASHIMI



3. PEMERIKSA II

FAZLINI MD. FADZWI



4. DEKAN

PROF. MADYA DR. SHARIFUDIN MD. SHAARANI

PENGHARGAAN

Saya ingin mengambil kesempatan ini untuk mengucapkan terima kasih kepada penyelia saya, Dr. Mohd Rosni Bin Sulaiman kerana memberi tunjuk ajar, pandangan dan dorongan kepada saya dalam usaha untuk menyempurnakan kajian ini. Saya juga ingin menyampaikan setinggi-tinggi penghargaan saya kepada Encik Chong Shui Yin dan Encik Ronnie kerana memberi tunjuk ajar dan bantuan kepada saya tentang cara penentuan tahap kematangan kelapa muda.

Tidak lupa juga saya ucapkan terima kasih kepada semua pemilik ladang kelapa di Kudat, Kota Marudu dan Papar kerana sudi memberi peluang dan meluangkan masa kepada kami untuk membuat pensampelan kelapa muda di ladang kelapa mereka. Ucapan terima kasih juga saya ucapkan kepada ahli keluarga saya atas sokongan dan dorongan yang telah diberikan di sepanjang menyiapkan kajian ini. Tidak lupa juga dengan rakan seperjuangan saya yang sedia memberi tunjuk ajar dan pendapat dalam usaha menyiapkan kajian penyelidikan ini.

Akhir sekali, setinggi-tinggi penghargaan saya juga disampaikan kepada pembantu-pembantu makmal di SSMP yang banyak membantu saya di makmal serta semua orang yang pernah membantu saya dalam menyiapkan kajian ini. Jasa kalian amat saya hargai.

Sekian, terima kasih.


(CHANG SYH SYH)
BN09110081

ABSTRAK

Air kelapa muda merupakan minuman yang bernilai tinggi, berkhasiat dan mempunyai sifat terapeutik. Objektif kajian ini adalah untuk menentukan dan membandingkan kandungan protein kasar, protein terlarut dan aktiviti enzim katalase (KAT) dalam air kelapa muda bagi varieti dan lokasi penanaman yang berbeza. Tiga varieti kelapa muda (kelapa Tinggi Malaya, kelapa Pandan dan kelapa MAWA) telah diambil secara rawak dari tiga lokasi penanaman (Kudat, Kota Marudu dan Papar) untuk analisis. Parameter fizikal kelapa seperti berat, lilitan melintang dan lilitan menegak, serta isipadu air, pH dan jumlah pepejal terlarut air kelapa muda telah diukur bagi setiap varieti kelapa dari setiap lokasi penanaman. Kandungan protein kasar ditentukan dengan menggunakan kaedah Kjeldahl, kandungan protein terlarut ditentukan dengan kaedah Bradford, dan aktiviti enzim katalase pula ditentukan dengan menggunakan UV-Vis spektrofotometer. Hasil kajian mendapati kandungan protein terlarut dan aktiviti enzim KAT dalam air kelapa muda berbeza secara signifikan ($p<0.05$) berdasarkan varieti dan lokasi penanaman yang berlainan, manakala kandungan protein kasar didapati berbeza secara signifikan ($p<0.05$) berdasarkan lokasi penanaman tetapi tidak berbeza secara signifikan ($p>0.05$) berdasarkan varieti kelapa. Kajian ini juga menunjukkan bahawa terdapat kesan interaksi di antara varieti dan lokasi penanaman terhadap pembolehubah-pembolehubah ini. Air kelapa muda dari Papar didapati mempunyai kandungan protein kasar (0.072% – 0.112%), protein terlarut (24.58 $\mu\text{g}/\text{ml}$ – 38.42 $\mu\text{g}/\text{ml}$) dan aktiviti enzim KAT (0.971 U/ml – 1.274 U/ml) yang lebih tinggi berbanding dengan Kudat dan Kota Marudu, manakala air kelapa varieti Pandan serta MAWA mempunyai kandungan protein terlarut yang lebih tinggi (19.78 $\mu\text{g}/\text{ml}$ – 38.42 $\mu\text{g}/\text{ml}$) daripada Tinggi Malaya dan varieti Pandan mempunyai aktiviti enzim KAT (1.193 U/ml – 1.315 U/ml) yang paling tinggi secara signifikan ($p<0.05$). Selain itu, kandungan protein kasar, protein terlarut dan aktiviti enzim KAT bagi setiap varieti kelapa yang dikaji juga didapati berbeza di antara lokasi penanaman kelapa dan juga berbeza di antara varieti kelapa bagi setiap lokasi penanaman. Tambahan pula, aktiviti enzim KAT juga berkorelasi positif secara signifikan ($r=0.601$, $p<0.05$) dengan kandungan protein terlarut dalam air kelapa muda. Secara keseluruhan, air kelapa muda Pandan dari Papar telah dipilih sebagai buah kelapa terbaik dari segi kandungan protein kasar, protein terlarut dan aktiviti enzim KAT.

ABSTRACT

DETERMINATION OF PROTEIN CONTENT AND CATALASE ENZYME ACTIVITY IN YOUNG COCONUT WATER FROM THREE COCONUT VARIETIES AND THREE LOCATIONS IN SABAH

Young coconut water is highly valued and nutritious drinks which contain therapeutic properties. The objectives of this study were to determine and compare the content of crude protein, soluble protein and catalase enzyme activity (CAT) in young coconut water from different varieties and coconut cultivation locations. Three varieties of coconut (Malayan Tall, Pandan and MAWA) were randomly collected from three cultivation locations (Kudat, Kota Marudu and Papar) for analysis. Physical parameter of coconut such as weight, horizontal diameter and vertical diameter, and volume, pH and total soluble solid of coconut water were measured for each variety from each of cultivation locations. Crude protein content was determined using Kjeldahl method, soluble protein content was determined by Bradford method, and CAT enzyme activity was determined by UV-Vis spectrophotometer. The study found that soluble protein content and CAT enzyme activity in young coconut water was significantly different for different coconut varieties and cultivation location, while crude protein content was found to be different significantly for different cultivation location but did not different significantly for different coconut varieties. This study also found that there were interaction effects between varieties and cultivation location for these variables. Young coconut water from Papar was found to have higher crude protein (0.072 – 0.112%), soluble protein (24.58 µg/ml – 34.58 µg/ml) and KAT enzyme activity than Kudat and Kota Marudu, while soluble protein content for Pandan and MAWA variety (17.98 µg/ml – 38.42 µg/ml) was higher than Malayan Tall, and Pandan variety contain significantly highest CAT enzyme activity (1.193 U/ml – 1.315 U/ml) among three varieties. Besides, crude protein content, soluble protein content and CAT enzyme activity for each varieties also found to be different among three cultivation locations, and also different amongst the varieties for each cultivation locations. Furthermore, the CAT enzyme activity also positively significant correlated ($r=0.601$, $p<0.05$) with soluble protein content in young coconut water. In conclusions, young coconut water of Pandan variety from Papar is selected as the best coconut in terms of crude protein content, soluble protein content and CAT enzyme activity.

SENARAI KANDUNGAN

	Halaman
TAJUK	i
PENGAKUAN	ii
PENGESAHAN	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
SENARAI KANDUNGAN	vii
SENARAI JADUAL	x
SENARAI RAJAH	xi
SENARAI SINGKATAN	xii
SENARAI SIMBOL	xiii
SENARAI LAMPIRAN	xiv
BAB 1: PENGENALAN	1
1.1 Pendahuluan	1
1.2 Pernyataan Masalah	3
1.3 Rasional Kajian	3
1.4 Hipotesis Kajian	4
1.5 Objektif Kajian	5
BAB 2: ULASAN KEPUSTAKAAN	6
2.1 Tanaman Kelapa	6
2.1.1 Pengeluar Utama Kelapa di Dunia	6
2.1.2 Keluasan dan Pengeluaran Kelapa di Malaysia	7
2.1.3 Keluasan Tanaman Kelapa Mengikut Daerah di Sabah	9
2.1.4 Varieti Kelapa	9
2.1.5 Penanaman Tanaman Kelapa	12
2.2 Buah Kelapa	13
2.2.1 Struktur Buah Kelapa	13
2.2.2 Produk Buah Kelapa	14

2.3	Isi Kelapa	15
2.4	Air Kelapa	15
2.4.1	Komposisi Kimia Air Kelapa	16
2.4.2	Kesan Bermanfaat Air Kelapa	17
2.4.3	Komposisi Kimia dan Fizikokimia Air Kelapa Muda	18
2.5	Protein	20
2.6	Enzim	21
2.6.1	Enzim dalam Air Kelapa	21
2.7	Enzim Antioksida	22
2.7.1	Enzim Peroksidase (POD)	23
2.7.2	Enzim Katalase (KAT)	23
2.7.3	Aktiviti Enzim	24
2.7.4	Kandungan Enzim dalam Air Kelapa Muda	24
2.8	Analisis Protein	25
2.8.1	Kaedah Kjeldahl	25
2.8.2	Kaedah Bradford	26
2.8.3	Kaedah Lowry	27
2.8.4	Kaedah Asid Bicinchoninic (BCA)	28
2.9	Kaedah Asai Enzim	28
2.9.1	Kaedah Spektrofotometri	29
2.9.2	Asai Aktiviti Katalase (KAT)	29
2.9.3	Kandungan Katalase (KAT) dalam Air Kelapa Muda	30
2.10	Pemprosesan Air Kelapa	31
BAB 3: BAHAN DAN KAEADAH		33
3.1	Reka Bentuk Eksperimen	33
3.2	Persampelan dan Pengumpulan Buah Kelapa Muda	35
3.3	Penyediaan Air Kelapa Muda	35
3.4	Penyediaan Sampel Air Kelapa Muda	36
3.5	Bahan Kimia dan Peralatan	37
3.6	Penyediaan Bahan Kimia	37
3.6.1	Penimbal Fosfat	38
3.6.2	Hidrogen Peroksid	38
3.6.3	Bovine Serum Albumin (BSA)	38
3.7	Penentuan Jumlah Pepejal Terlarut dan pH	38
3.8	Penentuan Protein Kasar	39
3.9	Penentuan Protein Terlarut	40
3.9.1	Penyediaan Lengkuk Piawai untuk MikroasaiProtein	40
3.9.2	Asai Protein Terlarut	41
3.10	Asai Aktiviti Katalase (KAT)	41
3.11	Analisis Data	42
BAB 4: HASIL DAN PERBINCANGAN		43
4.1	Parameter Fizikal Buah Kelapa Muda	43
4.2	Jumlah Pepejal Terlarut dan pH Air Kelapa Muda	48
4.3	Perbandingan Kandungan Protein Kasar dalam Air Kelapa Muda	52

4.4	Perbandingan Kandungan Protein Terlarut dalam Air Kelapa Muda	56
4.5	Peratusan Kandungan Protein Terlarut daripada Protein Kasar dalam Air Kelapa Muda	61
4.6	Perbandingan Aktiviti Enzim Katalase (KAT) dalam Air Kelapa Muda	63
4.7	Hubungan di antara Aktiviti Enzim Katalase dalam Air Kelapa Muda dengan Kandungan Protein	66
BAB 5: KESIMPULAN DAN CADANGAN		69
5.1	Kesimpulan	69
5.2	Cadangan	70
RUJUKAN		72
LAMPIRAN		79

SENARAI JADUAL

	Halaman
Jadual 2.1 Negara Pengeluar Kelapa Utama di Dunia, 2010	7
Jadual 2.2 Keluasan dan Pengeluaran Kelapa Mengikut Negeri di Malaysia pada Tahun 2008 – 2010	8
Jadual 2.3 Keluasan Tanaman Kelapa Mengikut Daerah di Sabah, 2010	9
Jadual 2.4 Keluasan Tanaman Kelapa Mengikut Varieti di Malaysia pada Tahun 2007	10
Jadual 2.5 Jarak Tanaman Sistem Tiga Segi Sama untuk Jenis Kelapa yang Berlainan	13
Jadual 2.6 Komposisi Kimia bagi Air Kelapa Muda dan Tua	17
Jadual 2.7 Komposisi Kimia dan Fizikokimia Air Kelapa Muda	19
Jadual 2.8 Jumlah Protein dan Protein Terlarut dalam Air Kelapa Muda	20
Jadual 2.9 Aktiviti POD dalam Varieti Air Kelapa Muda yang berlainan	25
Jadual 2.10 Aktiviti KAT dalam Buah-buahan yang Berlainan	31
Jadual 2.11 Aktiviti KAT dalam Ubat Herba yang Berlainan	31
Jadual 3.1 Senarai Bahan Kimia	37
Jadual 3.2 Senarai Peralatan	37
Jadual 3.3 Isipadu BSA dan Air Suling Diperlukan untuk Menyediakan Lengkuk Piawai Mikroasasi Protein	40
Jadual 4.1 Parameter Fizikal Buah Kelapa Muda Berdasarkan Tiga Varieti dan Tiga Lokasi Penanaman Kelapa	47
Jadual 4.2 Peratusan Kandungan Protein Terlarut daripada Protein Kasar dalam Air Kelapa Muda Berdasarkan Varieti dan Lokasi Penanaman	62

SENARAI RAJAH

	Halaman
Rajah 2.1 Struktur Buah Kelapa	14
Rajah 2.2 Struktur Spektrofotometer	29
Rajah 2.3 Tindak Balas Penguraian H_2O_2 kepada Oksigen dan Air oleh Katalase	30
Rajah 3.1 Reka Bentuk Eksperimen	34
Rajah 4.1 Jumlah Pepejal Terlarut dalam Air Kelapa Muda Berdasarkan Varieti dan Lokasi Penanaman yang Berbeza	49
Rajah 4.2 pH Air Kelapa Muda Berdasarkan Varieti dan Lokasi Penanaman yang Berbeza	50
Rajah 4.3 Kandungan Protein Kasar (%) dalam Air Kelapa Muda Berdasarkan Varieti dan Lokasi Penanaman yang Berbeza	53
Rajah 4.4 Kandungan Protein Kasar ($\mu\text{g/g}$) dalam Air Kelapa Muda Berdasarkan Varieti dan Lokasi Penanaman yang Berbeza	55
Rajah 4.5 Lengkuk Piawai bagi Mikroasai Protein	57
Rajah 4.6 Perbandingan Kandungan Protein Terlarut dalam Air Kelapa Muda bagi Varieti dan Lokasi Penanaman Kelapa yang Berbeza	58
Rajah 4.7 Kandungan Protein Terlarut dalam Air Kelapa Muda Berdasarkan Varieti dan Lokasi Penanaman yang Berbeza	59
Rajah 4.8 Aktiviti Enzim Katalase dalam Air Kelapa Muda Berdasarkan Varieti dan Lokasi Penanaman yang Berbeza	64
Rajah 4.9 Korelasi di antara Aktiviti Enzim Katalase dengan Kandungan Protein Terlarut	67
Rajah 4.10 Korelasi di antara Aktiviti Enzim Katalase dengan Kandungan Protein Kasar	68

SENARAI SINGKATAN

MT	Tan Metrik
M	Meter
Nm	Nanometer
ml	Mililiter
μl	Mikroliter
G	Gram
Mg	Miligram
ppm	Bahagian per juta
U	Unit
M	Molar
mM	Milimolar
A	Keserapan
POD	Peroksidase
ROS	Spesies Oksigen Reaktif
KAT	Katalase
H_2O_2	Hidrogen Peroksid
BCA	Bicinchoninic acid
BSA	<i>Bovine Serum Albumin</i>

SENARAI SIMBOL

%	Peratusan
°C	Darjah Celsius
N	Jumlah sampel
Δ	Perubahan
ϵ	Molar absorptiviti

SENARAI LAMPIRAN

	Halaman	
Lampiran A	Parameter Fizikal Buah Kelapa Muda Berdasarkan Varieti dan Lokasi Penanaman yang Berbeza	79
Lampiran B	Korelasi antara Parameter Fizikal	90
Lampiran C	Jumlah Pepejal Terlarut dan pH Air Kelapa Muda Berdasarkan Varieti dan Lokasi Penanaman yang Berbeza	91
Lampiran D	Perbandingan Kandungan Protein Kasar (%) dalam Air Kelapa Muda	100
Lampiran E	Perbandingan Kandungan Protein Kasar ($\mu\text{g/g}$) dalam Air Kelapa Muda	105
Lampiran F	Analisis Regresi di antara Kepekatan BSA dengan Keserapan pada 595nm	107
Lampiran G	Perbandingan Kandungan Protein Terlarut dalam Air Kelapa Muda Berdasarkan Varieti dan Lokasi Penanaman yang Berbeza	108
Lampiran H	Perbandingan Peratusan Kandungan Protein Terlarut daripada Protein Kasar dalam Air Kelapa Muda Berdasarkan Varieti dan Lokasi Penanaman yang Berbeza	113
Lampiran I	Perbandingan Aktiviti Enzim Katalase (KAT) dalam Air Kelapa Muda Berdasarkan Varieti dan Lokasi Penanaman yang Berbeza	115
Lampiran J	Hubungan di antara Aktiviti Enzim Katalase dalam Air Kelapa Muda dengan Kandungan Protein	120
Lampiran K	Perbezaan Buah Kelapa Muda dengan Buah Kelapa Tua	121
Lampiran L	Pensampelan Buah Kelapa Muda di Kudat, Kota Marudu dan Papar	122
Lampiran M	Kaedah Bradford	124

BAB 1

PENGENALAN

1.1 Pendahuluan

Air kelapa merupakan cecair jernih yang diambil secara langsung dari bahagian dalam buah kelapa. Air kelapa segar mendapat sambutan yang tinggi dan semakin dihargai di negara-negara tropika. Air kelapa merupakan minuman bernilai tinggi, lazat dan menyegarkan. Ia juga telah dianggap sebagai minuman isotonic semula jadi serta mempunyai ciri-ciri nutrisi yang baik dan sifat-sifat terapeutik (Damar, 2006).

Air kelapa dikategorikan berdasarkan umur buah kelapa semasa penuaian. Air yang terkandung dalam buah kelapa yang berusia tujuh hingga Sembilan bulan dikenali sebagai air kelapa muda (BAFPS, 2006). Air kelapa muda mempunyai rasa manis dan lebih lazat, di mana air kelapa yang sangat muda mempunyai rasa yang tawar manakala air kelapa tua mempunyai rasa masin. Air kelapa muda pada tahap kematangan enam hingga tujuh bulan mempunyai kemanisan maksimum dan keasidan yang rendah (Chan dan Elevitch, 2006).

Terdapat pelbagai varieti kelapa di seluruh dunia. Varieti kelapa ini biasanya dibahagikan kepada tiga jenis utama, iaitu Kelapa Tinggi, Rendah dan Kacukan. Antara varieti kelapa yang paling umum di Malaysia ialah Kelapa Tinggi Malaya, Kelapa Rendah Malaya, Kelapa Wangi, Kelapa MAWA dan Kelapa MATAG (Kementerian Pertanian dan Industri Asas Tani, 2009). Kelapa Tinggi Malaya adalah antara varieti yang paling banyak di Malaysia (Jabatan Pertanian Malaysia, 2007). Negeri Sabah merupakan salah satu pengeluar kelapa utama di Malaysia. Pada tahun 2010, keluasan tanaman kelapa di Sabah meliputi 18,083 hektar dan mampu mengeluarkan sebanyak 49,967 tan metric kelapa setahun (Jabatan Pertanian Malaysia, 2010). Daerah Kudat merupakan pengeluar kelapa utama di Sabah (Jabatan Pertanian Sabah, 2010). Ketiga-tiga varieti kelapa muda, iaitu Kelapa Tinggi Malaya, Kelapa Pandan dan Kelapa MAWA dapat diperoleh di Kudat, Kota Marudu dan Papar, Sabah.



Protein merupakan komponen asas bagi pelbagai produk makanan, di mana ia boleh menentukan tekstur, sensori dan sifat pemakanan dalam makanan. Kelapa mengandungi sumber protein dengan nilai pemakanan yang baik dan mempunyai profil asid amino yang seimbang (Kwon *et al.*, 1996). Albumin dan globulins merupakan pecahan protein terlarut utama dalam kelapa. Protein terlarut dilaporkan lebih mudah dihadamkan berbanding dengan protein tidak terlarut, di mana protein terlarut susu lebih cepat dipindahkan dari perut, manakala kasein susu (protein hamper tidak larut) didapati akan termendak di bawah pH gastric berasid dan melambatkan penghantaran asid amino ke usus (Lacroix *et al.*, 2006).

Enzim merupakan pemangkin biologikal yang terdiri daripada protein globular, di mana ia membolehkan tindak balas kimia bergerak dengan lebih pantas. Enzim adalah sangat spesifik dan enzim yang berlainan akan memangkinkan reaksi biokimia yang berlainan. Enzim juga mudah direncatkan oleh perubahan suhu, pH dan kehadiran perencat.

Kajian-kajian lepas ke atas air kelapa adalah lebih menfokuskan kepada komposisi kimia dan fizikokimia, kandungan nutrien, kandungan mineral, kegunaan dan sifat terapeutik serta pengawetan dan pemprosesan air kelapa. Namun, kurang data mengenai kandungan protein dan protein terlarut dalam air kelapa muda varieti Tinggi Malaya, Pandan dan MAWA. Penyelidikan semasa ke atas enzim dalam air kelapa adalah berkurangan, dan enzim peroksidase (POD) dan polifenol oksidase (PPO) adalah antara enzim yang diberi tumpuan kerana ia mempercepatkan tindak balas biokimia yang boleh menyebabkan kerugian nutrisi dan warna apabila bertembung dengan oksigen (Matsui *et al.*, 2007).

Namun, antioksida dalam sumber makanan semakin menjadi minat. Enzim katalase (KAT) dikategorikan sebagai enzim antioksida, di mana ia akan bertindak balas dengan spesies oksigen reaktif (ROS) dan mengekalkan ROS pada tahap yang rendah (Jebara *et al.*, 2005). Katalase akan memangkinkan penguraian hydrogen peroksid kepada oksigen dan air, tanpa mengeluarkan radikal bebas (Thompson *et al.*, 2003). Enzim antioksida ini boleh membantu mengelakkan

tekanan oksidatif dan membaiki kerosakan yang disebabkan oleh ROS (Weydert dan Cullen, 2010).

Asai enzim merupakan kaedah makmal yang digunakan untuk menentukan aktiviti enzim. Aktiviti enzim digunakan untuk menentukan kehadiran enzim tertentu. Aktiviti enzim ditakrifkan sebagai bilangan mol substrat ditukarkan per unit masa dan biasanya dinyatakan dalam unit U/ml. Satu unit aktiviti enzim ditakrifkan sebagai pemangkin memungkinkan penukaran satu μ mol substrat atau pembentukan satu μ mol produk dalam satu minit (Eisenthal dan Danson, 2002). Kaedah spektrofotometri merupakan kaedah yang paling popular dan biasa digunakan untuk menentukan aktiviti enzim (Prasad, 2011).

1.2 Pernyataan Masalah

Kajian ini dilakukan kerana minuman air kelapa semakin popular. Kajian-kajian lepas mengenai protein dan enzim adalah kurang. Kajian lepas lebih memberi tumpuan kepada enzim yang lebih menyumbangkan kepada kemerosotan kualiti dan pemerangan berenzim dalam air kelapa seperti polifenol oksidase dan peroksidase. Tiada data mengenai aktiviti enzim katalase dalam air kelapa muda diterbitkan. Selain itu, kurang data mengenai kandungan protein dan enzim di dalam air kelapa muda dalam varieti yang lain seperti varieti Kelapa Tinggi Malaya, Kelapa Pandan dan MAWA. Tambahan pula, tiada data mengenai kandungan protein dan protein terlarut dalam air kelapa muda tempatan seperti di Kudat, Kota Marudu dan Papar.

1.3 Rasional Kajian

Air kelapa yang segar banyak digunakan di seluruh dunia dan mudah diperolehi di Sabah. Namun begitu, belum ada kajian dijalankan ke atas kandungan protein dan aktiviti enzim dalam air kelapa muda di Kudat, Papar dan Kota Marudu, Sabah. Air kelapa juga mengandungi aktiviti antioksida yang tinggi (Prades *et al.*, 2012). Disebabkan oleh antioksida dalam sumber makanan semakin menjadi minat dan pengambilan makanan yang kaya dengan enzim antioksida dapat mengurangkan risiko masalah kesihatan yang berkaitan dengan radikal bebas (Wang *et al.*, 2011), kajian ini memberi tumpuan kepada enzim yang terlibat dalam tindak balas

antiokksida, iaitu katalase. Selain itu, makanan mengandungi enzim antiokksida yang tinggi juga didapati boleh mengurangkan pembentukan radikal dan mencegah kerosakan sel dan tisu dalam badan manusia (Wang dan Ballington, 2007).

Tambahan pula, minuman air kelapa kaya dengan pelbagai nutrient dan juga telah dibuktikan boleh mendatangkan kebaikan kepada kesihatan. Minuman air kelapa mempunyai manfaat perubatan seperti rehidrasi oral, rawatan cirit-birit, gastroenteritis dan taun (Damar, 2006) serta dapat menyumbang terhadap hepatoprotektif, hipolipidemik dan kardioprotektif (Anurag dan Rajamohan, 2003; Sandhya dan Rajamohan, 2008; Prathapan dan Rajamohan, 2011). Kebaikan ini juga boleh dikaitkan dengan kehadiran enzim antiokksida dalam air kelapa muda.

Di samping itu, nilai aktiviti enzim dalam air kelapa juga berbeza akibat perbezaan varieti dan penanaman kelapa (Duarte *et al.*, 2002). Disebabkan oleh kandungan protein dan enzim berkemungkinan besar adalah berbeza bagi varieti yang berlainan dan juga lokasi yang berlainan, kajian ini akan dilakukan ke atas air kelapa muda varieti Kelapa Tinggi Malaya, Kelapa Pandan dan Kelapa MAWA di Kota Marudu, Papar dan Kudat, Sabah. Dengan itu, kajian ini membolehkan kandungan protein dan aktiviti enzim katalase dalam air kelapa muda di Sabah dapat diketahui. Di samping itu, kajian ini juga membolehkan paras aktiviti enzim katalase serta kandungan protein air kelapa muda dapat dibandingkan mengikut varieti dan lokasi yang berlainan. Selain itu, kajian ini juga diharapkan dapat membantu kajian yang lebih mendalam pada masa hadapan.

1.4 Hipotesis Kajian

Kajian ini dilakukan dengan mempunyai dua hipotesis:

1. Kandungan protein kasar dan protein terlarut dalam air kelapa muda berkemungkinan berbeza atau tiada perbezaan bagi varieti dan lokasi yang berlainan.
2. Aktiviti enzim katalase dalam air kelapa muda berkemungkinan berbeza atau tiada perbezaan bagi varieti dan lokasi yang berlainan.

1.5 Objektif Kajian

Dalam menjalankan kajian penyelidikan ini, terdapat dua objektif yang ingin dicapai, iaitu:

1. Untuk menentukan dan membandingkan kandungan protein kasar dan kandungan protein terlarut dalam air kelapa muda bagi varieti dan lokasi yang berbeza.
2. Untuk menentukan dan membandingkan aktiviti enzim katalase dalam air kelapa muda bagi varieti dan lokasi yang berbeza.

BAB 2

ULASAN KEPUSTAKAAN

2.1 Tanaman Kelapa

Tanaman kelapa (*Cocos nucifera*) merupakan tanaman yang tergolong dalam keluarga *Arecaceae* atau *Palmae*. Pokok kelapa ini banyak didapati di kawasan tropika. *Cocos nucifera* juga bertaburan secara meluas di seluruh Asia, Afrika, Amerika Latin dan rantau Pasifik. Selain itu, kelapa *Cocos nucifera* juga merupakan salah satu tanaman yang penting bagi ekonomi Negara Malaysia.

Cocos nucifera berasal dari Melanesia. Pada zaman prasejarah, ia telah dibawa ke tanah besar Asia, dan akhirnya sampai ke Afrika Timur dan Panama sebelum tahun 1492. Selepas itu, ia mencecah barat Mexico di sekitar tahun 1540 melalui perdagangan Galleon dari Filipina (Leon dan Delores, 2005). Tanaman kelapa dapat bertapak dan ditanam di sekitar kawasan tropika ini kerana kawasan-kawasan ini mempunyai keadaan yang sesuai untuk penanaman kelapa.

2.1.1 Pengeluar Utama Kelapa di Dunia

Tanaman kelapa (*Cocos nucifera*) telah tersebar luas dan telah ditanam di hampir 90 buah Negara tropika. Jumlah keluasan kelapa di dunia dianggarkan seluas 12.48 juta hektar, di mana 86.2% daripadanya adalah terletak di kawasan Asia Pasifik (Jabatan Pertanian Malaysia, 2007). Selain itu, pengeluaran kelapa dunia juga dianggarkan dapat mencapai 61.7 juta tan setahun. Indonesia merupakan negara pengeluar kelapa utama di dunia, diikuti dengan Filipina dan India. Pengeluaran kelapa di Indonesia, Filipina dan India meliputi kira-kira 60% daripada pengeluaran kelapa dunia. Pengeluaran kelapa di Indonesia telah mencapai 18,000,000 MT pada tahun 2010 (FAO, 2010). Jadual 2.1 menunjukkan 10 negara pengeluar kelapa utama di dunia.

Jadual 2.1: Negara Pengeluar Kelapa Utama di Dunia, 2010

Negara	Pengeluaran (Int \$1000)	Pengeluaran (MT)
Indonesia	1,990,314	18,000,000
Filipina	1,695,966	15,540,000
India	1,198,611	10,840,000
Brazil	313,754	2,837,530
Sri Lanka	194,794	1,761,680
Negara Thai	143,540	1,298,150
Papua New Guinea	132,254	1,196,000
Vietnam	130,465	1,179,900
Mexico	108,693	983,000
Malaysia	58,340	527,622

* Int \$1000 = Thousand International Dollar

Sumber: FAO (2010)

2.1.2 Keluasan dan Pengeluaran Kelapa di Malaysia

Menurut laporan statistik FAO (2010), Malaysia merupakan negara pengeluar kelapa ke-sepuluh terbesar di dunia. Malaysia mempunyai kawasan seluas 105,659 hektar di bawah tanaman kelapa pada tahun 2010 (Jabatan Pertanian Malaysia, 2010). Sebahagian besar tanaman kelapa di Malaysia diusahakan secara tradisional oleh pekebun-pekebun kecil. Kebanyakan kelapa ditanam di kawasan pantai di Semenanjung Malaysia dan sedikit ditanam di kawasan pendalam.

Jadual 2.2 merupakan keluasan dan pengeluaran kelapa mengikut negeri pada tahun 2008 hingga 2010. Selangor merupakan pengeluar utama kelapa di Malaysia, diikuti dengan Perak, Johor, Sabah dan Sarawak. Secara keseluruhan, Malaysia mampu mengeluarkan lebih daripada 5 ratus ribu tan matrik kelapa pada tahun 2010. Angka ini adalah semakin meningkat dan pengeluaran adalah melebihi tahun-tahun lepas.

Jadual 2.2: Keluasan dan Pengeluaran Kelapa Mengikut Negeri di Malaysia pada Tahun 2008 - 2010

Negeri	2008		2009		2010	
	Keluasan tanaman (hektar)	Pengeluaran (Tan Matrik)	Keluasan tanaman (hektar)	Pengeluaran (Tan Matrik)	Keluasan tanaman (hektar)	Pengeluaran (Tan Matrik)
Johor	19,781	115,589	18,648	57,122	21,099	79,951
Kedah	3,278	11,635	3,104	11,184	1,750	7,033
Kelantan	6,421	27,514	5,508	28,950	5,728	26,842
Melaka	3,145	22,649	2,974	22,305	2,974	23,794
N.Sembilan	1,479	4,096	1,373	4,861	1,366	4,883
Pahang	1,681	3,633	1,354	4,873	1,722	5,978
Perak	6,914	47,317	7,434	42,304	15,042	124,597
Perlis	563	826	537	801	546	801
P.Pinang	2,085	6,148	1,977	8,293	1,992	16,380
Selangor	16,761	76,118	14,373	93,355	10,624	151,221
Terengganu	3,823	6,778	1,013	2,226	2,289	6,455
S.Malaysia	65,931	322,305	58,295	276,274	65,132	447,935
Sabah	20,021	81,316	17,555	49,825	18,083	49,967
Sarawak	25,352	48,796	23,886	49,218	21,817	48,284
Labuan	621	2,992	627	3,934	627	3,955
Malaysia	111,925	455,408	100,362	379,251	105,659	550,140

Sumber: Jabatan Pertanian Malaysia (2010)

2.1.3 Keluasan Tanaman Kelapa Mengikut Daerah di Sabah

Negeri Sabah juga merupakan salah satu pengeluar kelapa utama di Malaysia. Sabah merupakan negeri pengeluar kelapa keempat terbesar di Malaysia (Jabatan Pertanian Malaysia, 2010). Menurut Jabatan Pertanian Sabah (2010), daerah Kudat merupakan pengeluar kelapa utama di Sabah. Daerah Kudat mempunyai kawasan seluas 3694.8 hektar adalah di bawah tanaman kelapa.

Jadual 2.3: Keluasan Tanaman Kelapa Mengikut Daerah di Sabah, 2010

No.	Daerah	Keluasan (Hektar)
1	Kudat	3694.8
2	Pitas	3389.5
3	Semporna	2142.0
4	Lahad Datu	2024.0
5	Kota Marudu	1767.8
6	Tawau, Matuggong	1105
7	Kuala Penyu	921.9
8	Papar	282.0

Sumber: Jabatan Pertanian Sabah(2010)

2.1.4 Varieti Kelapa

Kelapa boleh dibahagikan kepada tiga jenis yang utama, iaitu Kelapa Tinggi (*Tall*), Kelapa Rendah (*Dwarf*) dan Kelapa Kacukan (hibrid). Kelapa Tinggi juga dikenali sebagai *Cocos nucifera Var. typical* dan boleh berkembang sehingga kepada ketinggian 20m hingga 30m (Leon dan Delores, 2005). Pembesaran Kelapa Tinggi adalah lebih lambat berbanding dengan Kelapa Rendah. Kelapa akan mula mengeluarkan buah kelapa di antara tahun keenam hingga ketujuh selepas penanaman. Namun, Kelapa Tinggi lebih tahan lasak dan boleh mengeluarkan buah kelapa bersaiz medium hingga besar secara berterusan sehingga 60 hingga 70 tahun (Leon dan Delores, 2005).

Kelapa Rendah dikenali sebagai *Cocos nucifera Var. nana*. Ia boleh berkembang sehingga 8m hingga 10m selepas 20 tahun. Kelapa Rendah adalah

RUJUKAN

- Aebi, H.E. 1983. Catalase. In: Weinheim, V.C.H. (ed). *Method of Enzymatic Analysis*. Germany-Deerfield.
- Anurag, P. dan Rajamohan, T. 2003. Beneficial effects of tender coconut water against isoproterenol induced toxicity on heart mitochondrial activities in rats. *Indian Journal of Biochemistry and Biophysics*. **40**: 278 – 280.
- AOAC. 2000. *Official Methods of Analysis of AOAC International* (17th edition). Washington: DC Association of Official Analytical Chemist.
- Assuncao, R.B. dan Mercadante, A.Z. 2003. Carotenoid and ascorbic acid from cashew apple (*Anacardium occidentale* L.): variety and geographic effects. *Food Chemistry*. **81**: 495 – 502.
- Awua, A.K., Doe, E.D. dan Agyare, R. 2011. Exploring the influence of sterilization and storage on some physicochemical properties of coconut (*Cocos nucifera* L.) water. *BMC Research Notes*. **4**: 451.
- BAFPS. 2006. Philippine National Standard: Chilled Young Coconut water/drink – specification. Philippines: Bureau of Product Standards.
- Barta, J., Kalinova, J., Moudry, J. dan Curn, V. 2004. Effect of environmental factors on protein content and composition in buckwheat flour. *Cereal Research Communications*. **32**(4): 541 – 548.
- Berges, J.A., Fisher, A.E. dan Harrison, P.J. 1993. A comparison of lowry, brADFORD, and smith protein assays using different protein standards and protein isolated from the marine diatom *Thalassiosira pseudonana*. *Marine Biology*. **115**: 187 – 193.
- Bergmeyer, H.U. 1983. Methods of Enzymatic Analysis. 2nd edition. USA: Academic Press Inc. pp. 273 – 286.
- 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*. USA: Life Science Group.
- Bradford, M.M. 1976. A rapid and sensitive method for quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical Biochemistry*. **72**: 248 – 254.
- Campos, C.F., Souzo, P.E.A., Caelho, V., Beatriz, M. dan Gloria, A. 1996. Chemical composition, enzyme activity and effect of enzyme inactivation on flavor quality of green coconut water. *Journal of Food Processing and Preservation*. **20**: 487 – 500.

- Chan, E. dan Elevitch, C.R. 2006. *Cocos nucifera* (Coconut). In: Elevitch, C.R. (ed.). *Species Profiles for Specific Island Agroforestry*. Holualoa: Permanent Agriculture Resources (PAR).
- Cosuleanu, A.E., Lazar, R. dan Boisteanu, P.C. 2011. Research on the changes of pH values and soluble protein content in diets based on beef meat. *Lucrari Stiintifice*. **55**: 227 – 229.
- Damar, S. 2006. *Processing of Coconut Water with High Pressure Carbon Dioxide Technology*. Dissertation of University of Florida.
- Ding, Z., Tian, S., Zheng, X., Zhou, Z. dan Xu, Y. 2007. Response of reactive oxygen metabolism and quality in mango fruit to oxalic acid or salicylic acid under chilling temperature stress. *Physiologia Plantarum*. **130**: 112 – 121.
- Duarte, A.C.P., Coelho, M.A.Z., Leite, S.G.F., 2002. Identification of peroxidase and tyrosinase in green coconut water. *Ciencia y Tecnologia Alimentaria*. **3**(5): 266 – 270.
- Eichholz, I., Rohn, S., Kroh, L.W. dan Huyskens-Keil, S. 2007. Influence of location and fertilization on antioxidant activity in highbush blueberries (*Vaccinium corymbosum* L.). *Journal of Applied Botany and Food Quality*. **81**: 41 – 44.
- Eisenthal, R. dan Danson, M.J. 2002. *Enzyme Assays: A Practical Approach*. New York: Oxford University Press Inc.
- FAO. 2010. Food and Agriculture Organization of the United Nation – Statistics 2010. Food and Agriculture Organization.
- Fonseca, A.M., Bizerra, A.M.C., Souza, J.S.N., Monte, F.J.Q., Oliveira, M.C.F., Mattos, M.C., Cordell, G.A., Braz-Filho, R. dan Lemos, T.L.G. 2009. Constituents and antioxidant activity of two variety of coconut water (*Cocos nucifera* L.). *Brazilian Journal of Pharmacognosy*. **19**(1B): 193 – 198.
- Gandhi, M., Aggarwal, M., Puri, S. dan Singla, S.K. 2013. Prophylactic effect of coconut water (*Cocos nucifera* L.) on ethylene glycol induced nephrocalcinosis in male wistar rat. *Journal of Urology*. **39**: 108 – 117.
- Ghosh, M., Sahani, S.J. dan Pulicherla, K.K. 2011. Evaluating the antioxidant activities in the leaf extract of a medicinal plant, *Abutilon indicum* (Linn.) sweet. *International Journal of Science and Nature*. **2**(3): 602 – 606.
- Gough, L., Shaver, G.R., Carroll, J., Royer, D.L. dan Laundre, J.A. 2000. Vascular plant species richness in Alaskan arctic tundra: the importance of soil pH. *Journal of Ecology*. **88**: 54 – 66.
- Guo, X.D., Ma, Y.J., Parry, J., Gao, J.M., Yu, L.L. dan Wang, M. 2011. Phenolics content and antioxidant activity of tartary buckwheat from different locations. *Molecules*. **16**: 9850 – 9867.

- Halliwell, B. dan Gutteridge, J.M.C. 1998. *Free Radicals in Biology and Medicine.* (2nd edition). Oxford: Clarendon Press.
- Jabatan Pertanian Malaysia. 2007. *Pakej Teknologi Kelapa.* Malaysia: Jabatan Pertanian.
- Jabatan Pertanian Malaysia. 2010. Keluasan dan Pengeluaran Tanaman Kelapa Malaysia Mengikut Negeri, 2006 – 2010, http://www.doa.gov.my/c/document_library/get_file?uuid=6bc1ab15-09b6-41a9-9c80aedf0d3bc32b&groupId=455778. Retrieved 1 November 2012.
- Jabatan Pertanian Perak. 2010. Panduan Menanam Kelapa, http://www.pertanianperak.gov.my/jpp/index.php?option=com_content&view=article&id=436:panduan-menanam-kelapa&catid=68:manual-tanaman. Retrieved 22 December 2012.
- Jabatan Pertanian Sabah. 2010. Keluasan (Hektar) Tanaman Industri Mengikut Daerah Dan Jenis Tanaman, Sabah 2010, <http://www.sabah.gov.my/tani/pdf/perangkaan/Perangkaan%20Pertanian/Kak%20Linda%20Attachment/Keluasan%20dan%20Pengeluaran%20Tana man%20Industri%202010.pdf>. Retrieved 30 November 2012.
- Jackson, J.C., Gordon, A., Wizzard, G., McCook, K. dan Rolle, R. 2004. Changes in chemical composition of coconut (*Cocos nucifera*) water during maturation of the fruit. *Journal of the Science of Food and Agriculture.* **84:** 1049 – 1052.
- Jebara, S., Jebara, M., Limam, F. dan Aouani, M.E. 2005. Changes in ascorbate peroxidase, catalase, guaiacol peroxidase and superoxide dismutase activities in common bean (*Phaseolus vulgaris*) nodules under salt stress. *Journal of Plant Physiology.* **162:** 929 – 936.
- Kazimierczak, R., Hallmann, E., Rusaczonek, A. dan Rembialkowska, E. 2008. Antioxidant content in black currants from organic and conventional cultivation. *Journal of Polish Agricultural Universities.* **11(2):** 28.
- Kementerian Pertanian dan Industri Asas Tani. 2009. *Profil kelapa.* Malaysia: Kementerian Pertanian dan Industri Asas Tani.
- Kruger, N.J. 2002. The bradford method for protein quantitation. In: Walker, J.M. (ed). *The Protein Protocols Handbook.* Totowa, New Jersey: Humana Press.
- Kwon, K., Park, K.H., Rhee, K.C. 1996. Fractionation and characterization of proteins from coconut (*Cocos nucifera* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry.* **44(7):** 1741 – 1745.
- Labconco. n.d. *A Guide to Kjeldahl Nitrogen Determination Methods and Apparatus.* USA: An Industry Service Publication.

- Lacroix, M., Bos, C., Leonil, J., Airinei, G., Luengo, C., Dare, S., Benamouzig, R., Fouillet, H., Fauquant, J., Tome, D. dan Gaudichon, C. 2006. Compared with casein or total milk protein, digestion of milk soluble proteins is too rapid to sustain the anabolic postprandial amino acid requirement. *American Society for Clinical Nutrition*. **84**(5): 1070 – 1079.
- Lamikanra, O. dan Watson, M.A. 2000. Contaloupe melon peroxidase: characterization and effect of additives on activity. *Nahrung*. **44**: 168 – 172.
- Leon, S.Y. dan Delores, M.I. 2005. Coconut. In Barrett, D.M., Somogyi, L.P., Ramaswamy, H.S. (eds). *Processing Fruits Science and Technology*, chapter 29. Boca Raton: CRC Press.
- Liew, S.Y. 2012. *Analisis Mineral Terhadap Air Kelapa Muda dari Beberapa Lokasi dan Varieti Berbeza yang Terdapat di Sekitar Kota Kinabalu, Sabah*. Thesis Sarjana Muda Sains Makanan dan Pemakanan, Universiti Malaysia Sabah.
- Loki, A.L. dan Rajamohan, T. 2003. Hepatoprotective and antioxidant effect of tender coconut water on carbon tetrachloride induced liver injury in rats. *Indian Journal of Biochemistry and Biophysics*. **40**: 354 – 357.
- Matsui, K.N., Granado, L.M., Oliveira, P.V. dan Tadini, C.C. 2007. Peroxidase and polyphenol oxidase thermal inactivation by microwaves in green coconut water simulated solutions. *LWT– Food Science and Technology*. **40**: 852 – 859.
- Matsui, K.N., Gut, J.A.W. dan Oliveira, P.V. 2008. Inactivation kinetics of polyphenol oxidase and peroxidase in green coconut water by microwave processing. *Journal of Food Engineering*. **88**: 169 – 176.
- Ministry of Fisheries, Crops and Livestock (Minfcl), New Guyana Marketing Corporation (NGMC) dan National Agricultural Research Institute (NARI). 2004. Postharvest Handling Technical Series: Coconut Postharvest Care and Market Preparation. US: USAID.
- Murasaki-Alberti, N.C., Silva, R.M.S., Gut, J.A.W. dan Tadini, C.C. 2009. Thermal inactivation of polyphenoloxidase and peroxidase in green coconut (*Cocos nucifera*) water. *International Journal of Food Science and Technology*. **44**: 2662 – 2668.
- Naskar, S., Mazumder, U.K., Pramanik, G., Bala, S., Haldar, P.K., Islam, A. dan Gupta, M. 2011. Comparative in vitro antioxidant activity of different parts of *Cocos nucifera* (Linn.) on reactive oxygen and nitrogen species. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*. **3**: 104 – 107.
- Nilsson, K. 2010. *Spectrophotometric measurement automatization for the analysis of enzymatic processes*. Thesis of Uppsala Universitet.

- Olaniyi, J.O. dan Ojetayo, A.E. 2012. Effects of nitrogen on growth, yield, nutrient uptake and quality of celosia (*Celosia argentea*) varieties. *Journal of Agriculture and Biological Sciences*. **3**(1): 227 – 231.
- Pena-Mendez, E.M., Hernandez-Suarez, M., Diaz-Romero, C. dan Rodriguez-Rodriguez, E. 2008. Characterization of various chestnut cultivars by means of chemometrics approach. *Food Chemistry*. **107**: 537 – 544.
- Perez, C.M., Juliano, B.O., Liboon, S.P., Alcantara, J.M. dan Cassman, K.G. 1996. Effects of late nitrogen fertilizer application on head rice yield, protein content, and grain quality of rice. *Cereal Chemistry*. **73**(5): 556 – 560.
- Pilo, F.B., Pereira, N.O., Freitas, L.F.D.D., Miranda, A.N.D., Carmo, L.S.D., Gomes, F.D.C.O., Nardi, R.M.D. dan Rosa, C.A. 2009. Microbiological testing and physical and chemical analysis of reconstituted fruit juices and coconut water. *Alimentos e Nutricao Araraquara*. **20**(4): 523 – 532.
- Pourtaghi, A., Darvish, F., Habibi, D., Nourmohammadi, G. dan Daneshian, J. 2011. Effect of irrigation water deficit on antioxidant activity and yield of some sunflower hybrids. *Australian Journal of Crop Science*. **5**(2): 197 – 204.
- Prades, A., Dornier, M., Diop, N. dan Pain, J.P. 2012. Coconut water uses, composition and properties: a review. *Fruits*. **67**(2): 87 – 107.
- Prasad, N.K. 2011. Enzyme Technology: Pacemaker of Biotechnology. New Delhi: PHI Learning Private Limited.
- Prathapan, A. dan Rajamohan, T. 2011. Antioxidant and antithrombotic activity of tender coconut water in experimental myocardial infarction. *Journal of Food Biochemistry*. **35**: 1501 – 1507.
- 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 stored at 4°C. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. Doi:10.1016/j.ifset.2012.04.007.
- Putter, J. 1971. *Peroxidases*. In Bergmeyer, H.U. (ed). Methods of Enzymatic Analysis. 2nd edition. USA: Academic Press Inc. pp. 685 – 690.
- Queiroz, C., Lopes, M.L.M., Fialho, E. dan Mesquita, V.L.V. 2008. Polyphenol oxidase: characteristics and mechanism of browning control. *Food Reviews International*. **24**: 361 – 375.
- Rani, P., Unni, K.M. and Karthikeyan, J. 2004. Evaluation of antioxidant properties of berries. *Indian Journal of Clinical Biochemistry*. **19**(2): 103 – 110.
- Reddy, K.V., Das, M. dan Das, S.K. 2007. Nonthermal sterilization of green coconut water for packaging. *Journal of Food Quality*. **30**: 466 – 480.

- Rolle, R. 2007. *Good Practice for the Small-scale Production of Bottled Coconut Water*. FAO corporate document repository. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).
- Rout, J.R., Kanungo, S., Das, R. dan Sahoo, S.L. 2010. *In vivo* protein profiling and catalase activity of *Plumbago zeylanica* L. *Nature and Science*. **8**(1): 87 – 90.
- 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.
- Santoso, U., Kubo, K., Ota, T., Tadokoro, T. dan Maekawa., A. 1996. Nutrient composition of kopyor coconut. *Food Chemistry*. **57**(2): 299 – 304.
- Sapan, C.V., Lundblad, R.L. dan Price, N.C. 1999. Colorimetric protein assay techniques. *Biotechnology Applied Biochemistry*. **29**: 99 – 108.
- Saraf, N. 2013. Enhancement of catalase activity under salt stress in germinating seeds of *Vigna radiata*. *Asian Journal of Biomedical and Pharmaceutical Sciences*. **3**(17): 6 – 8.
- Sawan, Z.M., Hafez, S.A., Basyony, A.E. dan Alkassas, A.R. 2006. Cottonseed, protein, oil yields and oil properties as affected by nitrogen fertilization and foliar application of potassium and a plant growth retardant. *World Journal of Agricultural Sciences*. **2**(1): 56 – 65.
- Soysal, C. 2009. Effect of green tea extract on “golden delicious” apple polyphenoloxidase and its browning. *Journal of Food Biochemistry*. **33**: 134 – 148.
- Thompson, J.E., Legge, R.L. dan Barber, R.F. 1987. The role of free radicals in senescence and wounding. *New Phytologist*. **105**: 317 – 344.
- Thompson, V.S., Schaller, K.D. dan Apel, W.A. 2003. Purification and characterization of a novel thermo-alkali-stable catalase from *Thermusbrockianus*. *Biotechnology Progress*. **19**: 1292 – 1299.
- Thongsook, T. dan Barrett, D.M. 2005. Purification and partial characterization of broccoli (*Brassica oleracea Var. Italica*) peroxidase. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. **53**: 3206 – 3214.
- Tomas-Barberan, F.A. dan Espin, J.C. 2001. Phenolic compounds and related enzymes as determinants of quality in fruits and vegetables. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. **81**: 853 – 876.
- Vigliar, R., Sdepanian, V.L. dan Fagundes-Neto, U. 2006. Biochemical profile of coconut water from coconut palms planted in an inland region. *Journal de Pediatria*. **82**(4): 308 – 312.

- Vijayakumari, B., Yadav, H. dan Parimaladevi. 2012. Enzymatic antioxidant of *Ficus carica*, *Emblica officinalis*, *Cephaelandraindica* and *Terminalia chebula*. *International Journal of Pharma and Bio Sciences*. **3**: 426 – 430.
- Walker, J.M. 2002. The bicinchoninic acid (BCA) assay for protein quantitation. In: Walker, J.M. (ed). *The Protein Protocols Handbook*. Totowa, New Jersey: Humana Press.
- Wang, S.Y., Chen, H. dan Ehlenfeldt, M.K. 2011. Variation in antioxidant enzyme activities and nonenzyme components among cultivars of rabbiteye blueberries (*Vaccinium ashei* Reade) and *V. ashei* derivatives. *Food Chemistry*. **129**: 13 – 20.
- Wang S.Y. dan Ballington, J.R. 2007. Free radical scavenging capacity and antioxidant enzyme activity in deerberry (*Vaccinium stamineum* L.). *LWT – Food Science and Technology*. **40**: 1352 – 1361.
- Waterborg, J.H. 2002. The lowry method for protein quantitation. In: Walker, J.M. (ed). *The Protein Protocols Handbook*. Totowa, New Jersey: Humana Press.
- Weemaes, C.A., Ludikhuyze, L.R., Broeck, I.V. dan Hendrickx, M.E. 1998. Effect of pH on pressure and thermal inactivation of avocado polyphenol oxidase: a kinetic study. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. **46**: 2785 – 2792.
- Weydert, C.J. dan Cullen, J.J. 2010. Measurement of superoxide dismutase, catalase and glutathione peroxidase in cultured cells and tissue. *Nature Protocols*. **5**(1): 51 – 66.
- Yong, J.W.H., Ge, L., Ng, Y.F. dan Tan, S.N. 2009. The chemical composition and biological properties of coconut (*Cocos nucifera* L.) water. *Molecules*, **14**: 5144 – 5164.