

PENGHASILAN PRODUK KOPI ROSELLE (*Hibiscus sabdariffa*) 4 DALAM 1

NG LEE WEI

PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

**LATIHAN ILMIAHINI DIKEMUKAKAN UNTUK
MEMENUHI SEBAHAGIAN DARIPADA SYARAT
MEMPEROLEHI IJAZAH SARJANA MUDA SAINS
MAKANAN DENGAN KEPUJIAN
(TEKNOLOGI MAKANAN DAN BIOPROSES)**

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

APRIL 2006



UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS

JUDUL: Ahenghasilan Produk Kopi Roselle & Dalam 1IJAZAH: Sarjana Muda Sains Makanan (Teknologi Makanan dan Bioteknologi)SESI PENGAJIAN: 2003Saya NG LEE WEI

(HURUF BESAR)

mengaku 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

Wei

(TANDATANGAN PENULIS)

Alamat Tetap: 171, Jalan Changkat Tong,Batu 3 1/2, 36000 Teluk Intan,Perak.

(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

Enaik Mansor Abdul Hamid

Nama Penyelia

Tarikh: 16.5.06Tarikh: 16.5.06

CATATAN: * 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

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

Mer .

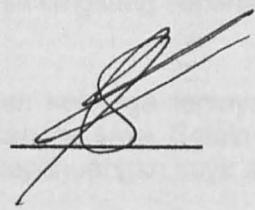
NG LEE WEI
HN2003-5224
13 APRIL 2006

DIPERAKUKAN OLEH**Tandatangan**

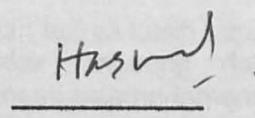
1. Penyelia
(ENCIK MANSOOR ABDUL HAMID)



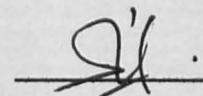
2. Pemeriksa 1
(ENCIK SHARIFUDIN MD SHAARANI)



3. Pemeriksa 2
(ENCIK HASMADI MAMAT)



4. Dekan
(PROF. MADYA DR. MOHD. ISMAIL BIN ABDULLAH)



PENGHARGAAN

Terlebih dahulu saya ingin mengucapkan setinggi-tinggi penghargaan kepada penyelia saya, Encik Mansoor Abdul Hamid yang selalu memberikan bimbingan, nasihat, sokongan dan bantuan yang membina dalam menjayakan projek tahun akhir ini.

Selain itu, saya ingin mengambil kesempatan ini untuk mengucapkan ribuan terima kasih kepada semua kakitangan Sekolah Sains Makanan dan Pemakanan, Universiti Malaysia Sabah (UMS) dan Pusat Penyelidikan Teknologi Makanan (MARDI), Serdang yang telah membantu saya secara langsung ataupun tidak langsung sepanjang menyempurnakan projek penyelidikan ini.

Ribuan terima kasih juga diucapkan kepada ibubapa dan keluarga tersayang saya yang telah memberikan bantuan kewangan dan sokongan kepada saya. Selain itu, saya juga ingin mengucapkan ribuan terima kasih kepada rakan seperjuangan saya atas bantuan dan nasihat yang diberikan.

Akhir kata, sekali lagi saya ingin merakamkan ucapan jutaan terima kasih kepada semua pihak yang terlibat secara langsung ataupun tidak langsung dalam menyempurnakan projek penyelidikan ini. Jasa kalian akan saya ingati selama-lamanya.

Sekian, terima kasih.

NG LEE WEI
HN2003-5224

ABSTRAK

PENGHASILAN PRODUK KOPI ROSELLE 4 DALAM 1

Kajian ini dijalankan untuk menghasilkan produk kopi roselle 4 dalam 1. Objektif-objektif kajian ini ialah menentukan formulasi yang terbaik dengan berdasarkan penilaian sensori, menjalankan analisis proksimat terhadap formulasi terbaik yang dipilih, mengkaji kesan mutu simpanan dan tahap penerimaan pengguna terhadap produk kopi roselle 4 dalam 1. Reka bentuk faktorial digunakan untuk pemilihan 12 formulasi dengan mengubah nisbah serbuk roselle (1%, 2% dan 3%), nisbah gula kastor (40% dan 50%) dan serbuk kopi segera (10% dan 15%). Ujian pemeringkatan dijalankan untuk memperolehi 3 formulasi terbaik (F3, F5 dan F9) daripada 12 formulasi. Formulasi terbaik iaitu F3 dipilih melalui ujian hedonik dengan 1% serbuk roselle, 50% gula kastor, 10% serbuk kopi segera dan 39% krimer bukan tenusu. Analisis proksimat seperti penentuan kandungan lembapan, abu, lemak, protein, serabut kasar, karbohidrat dan tenaga masing-masing mencatatkan nilai $1.98 \pm 0.01\%$, $1.76 \pm 0.11\%$, $2.25 \pm 0.05\%$, $1.47 \pm 0.09\%$, $0.78 \pm 0.05\%$, $91.76 \pm 0.10\%$ dan 78.61 ± 0.13 kcal. Analisis kimia meliputi analisis terhadap kandungan lembapan ($1.98 \pm 0.01\%$), pH (5.04 ± 0.01), jumlah pepejal terlarut ($11.26 \pm 0.06^\circ$ Briks) dan asid tertitrat ($0.10 \pm 0.01\%$). Hasil ujian mikrobiologi menunjukkan produk akhir yang disimpan selama 6 minggu adalah bebas daripada pertumbuhan mikroorganisma dan pada minggu ke-8 dan ke-10 masing-masing mencatatkan nilai sebanyak 1.0×10^2 CFU/g (anggaran) dan 4.5×10^2 CFU/g (anggaran). Berdasarkan hasil yang diperolehi daripada ujian perbandingan berganda, semua atribut yang dikaji menunjukkan tiada perbezaan yang signifikan ($p > 0.05$). Kromatografi lapisan nipis menunjukkan dua pigmen antosianin utama iaitu delphinidin-3-sambubiosida dan sianidin-3-sambubiosida wujud pada sampel serbuk roselle dan produk kopi roselle 4 dalam 1 selepas tempoh penyimpanan. Daripada kajian pengguna yang dijalankan, sebanyak 93% pengguna akan membeli produk ini sekiranya ia dipasarkan.

ABSTRACT**PRODUCT DEVELOPMENT OF COFFEE 4 IN 1
WITH ROSELLE**

This research was carried out to develop a coffee 4 in 1 with roselle. The objectives of this research is to determine the best formulation through sensory evaluation, conduct a proximate analysis for the best formulation, conduct the storage test to evaluate the quality of coffee 4 in 1 with roselle and active component of roselle and determine the consumer acceptance by consumer test. Factorial design was used to formulate 12 formulations with modifications on roselle powder (1%, 2% and 3%), sugar (40% and 50%), instant coffee powder (10% and 15%). Preliminary study covers 12 formulations which the best 3 formulations (F3, F5 and F9) was selected by using the ranking test. The best formulation (F3) which has the ratio of 1% roselle powder, 50% castor sugar, 10% instant coffee powder and 39% non-dairy creamer was selected by using hedonic test. Proximate analysis like determination of moisture content, ash content, fat content, protein content, crude fiber content, carbohydrate content and energy content. Each valued at $1.98 \pm 0.01\%$, $1.76 \pm 0.11\%$, $2.25 \pm 0.05\%$, $1.47 \pm 0.09\%$, $0.78 \pm 0.05\%$, $91.76 \pm 0.10\%$ and 78.61 ± 0.13 kcal. Chemical analysis included moisture content ($1.98 \pm 0.01\%$), pH (5.04 ± 0.01), total soluble solid ($11.26 \pm 0.06^{\circ}\text{Brix}$) and acidity titration ($0.10 \pm 0.01\%$). Microbiology test at the first six weeks showed that all the samples were free from microbial growth and it valued at 1.0×10^2 CFU/g (est.) and 4.5×10^2 CFU/g (est.) for week number eight and ten. According to the multiple comparison test, all attributes showed that no significant different ($p > 0.05$) between the samples. Thin layer chromatography showed that delphinidin-3-sambubioside and cyanidin-3-sambubioside are the major pigment in roselle powder and coffee 4 in 1 with roselle. From the consumer research, 93% of respondent will buy the product if the product is marketed.

KANDUNGAN

MUKA SURAT

HALAMAN JUDUL	i
PENGAKUAN	ii
PENGESAHAN	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KANDUNGAN	vii
SENARAI JADUAL	xiii
SENARAI RAJAH	xv
SENARAI SINGKATAN	xvi
SENARAI UNIT	xvii
SENARAI SIMBOL	xviii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Pengenalan	1
1.2 Objektif-objektif kajian	3
BAB 2 ULASAN KEPUSTAKAAN	4
2.1 Roselle (<i>Hibiscus sabdariffa</i>)	4
2.1.1 Kandungan nutrisi	5
2.1.2 Kegunaan roselle	8
2.1.3 Aspek kesihatan	9
2.1.4 Antosianin	10

2.1.4.1 Struktur antosianin	11
2.1.4.2 Kestabilan antosianin	13
2.1.4.2.1 pH	13
2.1.4.2.2 Asid askorbik	14
2.1.4.2.3 Gula	15
2.1.4.2.4 Kopigmen	16
2.1.4.2.5 Oksigen	16
2.1.4.2.6 Suhu dan cahaya	17
2.2 Kopi	18
2.2.1 Komposisi kimia	18
2.2.1.1 Kafein	19
2.2.1.2 Asid klorogenik	20
2.2.1.3 Komponen lain	21
2.2.2 Pengendalian dan penggredan buah kopi	22
2.2.3 Pemprosesan biji kopi	23
2.2.3.1 Kaedah kering	24
2.2.3.2 Kaedah basah	24
2.2.4 Penyimpanan biji kopi	25
2.2.5 Pemprosesan serbuk kopi campuran	26
2.2.5.1 Pemanggangan	26
2.2.5.2 Pengadunan	27
2.2.5.3 Penyejukan dan pengisaran	27
2.2.6 Pemprosesan serbuk kopi segera	28
2.3 Gula	29
2.4 Krimer bukan tenuus	31



BAB 3 BAHAN DAN KADEAH	32
3.1 Bahan mentah	32
3.2 Penghasilan serbuk roselle	32
3.2.1 Penentuan peratus perolehan	34
3.3 Penghasilan produk kopi roselle 4 dalam 1	34
3.4 Reka bentuk eksperimen	35
3.5 Pemilihan formulasi terbaik	36
3.5.1 Ujian pemeringkatan	37
3.5.2 Ujian skala hedonik	38
3.6 Analisis kimia	38
3.6.1 Penentuan kandungan lembapan	38
3.6.2 Penentuan pH	39
3.6.3 Penentuan jumlah pepejal terlarut (°Briks)	39
3.6.4 Penentuan kandungan asid tertitrat	40
3.7 Analisis proksimat	40
3.7.1 Penentuan kandungan lembapan	41
3.7.2 Penentuan kandungan abu	41
3.7.3 Penentuan kandungan lemak	42
3.7.4 Penentuan kandungan protein	43
3.7.5 Penentuan kandungan serabut kasar	44
3.7.6 Penentuan kandungan karbohidrat	45
3.7.7 Penentuan kandungan tenaga	46
3.8 Ujian mutu simpanan	46
3.8.1 Analisis kimia	46
3.8.2 Ujian mikrobiologi	47
3.8.2.1 Penyediaan sampel	47



3.8.2.2 Penyediaan media PDA	47
3.8.2.3 Pengiraan koloni	48
3.8.3 Ujian perbandingan berganda	49
3.8.4 Penentuan antosianin roselle	49
3.8.4.1 Pengekstrakan pigmen	49
3.8.4.2 Kromatografi lapisan nipis	50
3.9 Analisis statistik	50
3.10 Kajian pengguna	51
BAB 4 HASIL DAN PERBINCANGAN	52
4.1 Penghasilan serbuk roselle dan peratus perolehan	52
4.2 Penilaian sensori pada peringkat pemeringkatan	52
4.2.1 Ujian pemeringkatan sesi pertama	53
4.2.2 Ujian pemeringkatan sesi kedua	54
4.2.3 Ujian pemeringkatan sesi ketiga	55
4.3 Ujian skala hedonik	56
4.3.1 Warna	57
4.3.2 Aroma	58
4.3.3 Kemanisan	59
4.3.4 Kepahitan	59
4.3.5 Kemasaman	60
4.3.6 <i>Aftertaste</i>	61
4.3.7 Penerimaan keseluruhan	62
4.4 Pemilihan formulasi terbaik bagi produk akhir	63



4.5	Analisis kimia	63
4.5.1	Kandungan lembapan	64
4.5.2	Nilai pH	64
4.5.3	Jumlah pepejal terlarut ($^{\circ}$ Briks)	65
4.5.4	Kandungan asid tertitrat	65
4.6	Analisis proksimat	66
4.6.1	Kandungan lembapan	66
4.6.2	Kandungan abu	67
4.6.3	Kandungan lemak	68
4.6.4	Kandungan protein	68
4.6.5	Kandungan serabut kasar	69
4.6.6	Kandungan karbohidrat	69
4.6.7	Kandungan tenaga	70
4.7	Kajian mutu simpanan	71
4.7.1	Analisis kimia	71
4.7.1.1	Kandungan lembapan	71
4.7.1.2	Nilai pH	73
4.7.1.3	Jumlah pepejal terlarut ($^{\circ}$ Briks)	74
4.7.1.4	Kandungan asid tertitrat	75
4.7.2	Ujian mikrobiologi	77
4.7.3	Ujian perbandingan berganda	78
4.7.3.1	Warna	79
4.7.3.2	Aroma	80
4.7.3.3	Kemanisan	80
4.7.3.4	Kepahitan	81



4.7.3.5 Kemasaman	82
4.7.3.6 <i>Aftertaste</i>	82
4.7.3.7 Penerimaan keseluruhan	83
4.7.4 Kromatografi lapisan nipis	83
4.8 Kajian pengguna	85
BAB 5 KESIMPULAN DAN CADANGAN	90
5.1 Kesimpulan	90
5.2 Cadangan	91
RUJUKAN	100
LAMPIRAN	

SENARAI JADUAL

NO. JADUAL		MUKA SURAT
2.1	Kandungan nutrisi bagi kaliks segar, biji dan daun roselle	6
2.2	Kandungan nutrisi bagi kaliks kering roselle	7
2.3	Penggantian pada struktur kation flavilium untuk menghasilkan antosianin utama	11
2.4	Komposisi kimia bagi kopi Arabica dan Robusta	22
2.5	Kandungan proksimat bagi gula	30
2.6	Kandungan proksimat bagi krimer bukan tenuus	31
3.1	Senarai bahan-bahan mentah yang digunakan dalam penghasilan produk kopi roselle 4 dalam 1	32
3.2	Formulasi asas kopi sinus	35
3.3	Formulasi penghasilan produk kopi roselle 4 dalam 1	36
4.1	Nilai skor min ($n=40$) dan jumlah skor bagi ujian pemeringkatan sesi pertama	52
4.2	Nilai skor min ($n=40$) dan jumlah skor bagi ujian pemeringkatan sesi kedua	53
4.3	Nilai skor min ($n=40$) dan jumlah skor bagi ujian pemeringkatan sesi ketiga	54
4.4	Nilai min skor ($n=40$) hasil penilaian sensori bagi produk kopi roselle 4 dalam 1 pada peringkat pengformulaian	56
4.5	Nilai min ($n=3$) kandungan lembapan, pH dan jumlah pepejal terlarut	63
4.6	Nilai min ($n=2$) kandungan lembapan, abu, lemak, protein, serabut kasar, karbohidrat dan tenaga bagi produk akhir kopi	65
4.7	Perbandingan nilai skor min bagi kesemua atribut yang dikaji antara sampel simpanan dan sampel segar	76
4.8	Nilai R _f pigmen antosianin utama yang diperolehi bagi sampel serbuk roselle dan produk akhir kopi selepas penyimpanan	81



4.9	Latar belakang pengguna yang mengambil bahagian dalam soal selidik ujian pengguna secara rawak	83
4.10	Keputusan ujian pengguna dalam menentukan kewujudan dan ciri-ciri yang diutamakan bagi produk kopi roselle 4 dalam 1	84

SENARAI RAJAH

NO. RAJAH	MUKA SURAT
2.1 Roselle (<i>Hibiscus sabdariffa</i>)	5
2.2 Struktur kimia bagi kation flavilium	12
2.3 Skema tindak balas antosianin	14
2.4 Struktur kimia bagi kafein	20
2.5 Struktur kimia bagi asid klorogenik	21
2.6 Struktur kimia bagi sukrosa	30
3.1 Proses penghasilan serbuk roselle	33
3.2 Proses penghasilan produk kopi roselle 4 dalam 1	35
4.1 Tindak balas asid sitrik dengan natrium hidroksida	65
4.2 Perubahan kandungan lembapan (%) bagi produk kopi roselle 4 dalam 1 yang disimpan pada suhu bilik	72
4.3 Perubahan nilai pH bagi produk kopi roselle 4 dalam 1 yang disimpan pada suhu bilik	73
4.4 Perubahan nilai °Briks bagi produk kopi roselle 4 dalam 1 yang disimpan pada suhu bilik	75
4.5 Perubahan kandungan asid tertitrat (%) bagi produk kopi roselle 4 dalam 1 yang disimpan pada suhu bilik	76
4.6 Perbandingan peratus bagi setiap tahap kesukaan pengguna terhadap produk kopi roselle 4 dalam 1	88
4.7 Perbandingan peratus bagi potensi pembelian pengguna terhadap produk kopi roselle 4 dalam 1	89



SENARAI SINGKATAN

M	Kemolaran
N	Normaliti
CaSiO ₃	Kalsium silikat
H ₂ SO ₄	Asid sulfurik
H ₃ BO ₃	Asid borik
NaOH	Natrium hidroksida
ANOVA	Analisis Varians
MARDI	Institut Penyelidikan dan Kemajuan Pertanian Malaysia
PDA	<i>Potato Dextrose Agar</i>
CFU	<i>Colony Forming Unit</i>
HPLC	<i>High Performance Liquid Chromatography</i>
SPSS	<i>Statistical Package for Social Science</i>
LSD	<i>Least Significant Difference</i>
USDA	<i>United States Development Agriculture</i>
AOAC	<i>Association of Official Analytical Chemists</i>
OPP/AI/PE	<i>Oriented Polypropylene/Aluminium/Polyethylene</i>



SENARAI UNIT

m	meter
cm	sentimeter
mm	milimeter
μ	mikro
μm	mikrometer
kg	kilogram
g	gram
mg	miligram
l	liter
ml	mililiter
kcal	kilokalori
ppm	<i>part per million</i>
°C	darjah celsius
°Briks	darjah Briks
CFU/g	<i>coloni forming unit/gram</i>
%	peratus

SENARAI SIMBOL

T	suhu
t	masa
α	alfa
β	beta
\pm	tambah atau tolak
Σ	jumlah
>	lebih daripada
<	kurang daripada
&	dan

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Pengenalan

Roselle atau nama saintifiknya, *Hibiscus sabdariffa* dari famili Malvaceae merupakan sejenis herba yang terkenal di kalangan Malaysia. Tumbuhan roselle dikatakan berasal dari India tetapi ada juga yang mengatakan ia berasal dari Afrika Barat (Mat Isa, Mohd. Isa & Abd. Aziz, 1985; Rao, 1996) Tumbuhan ini mula diperkenalkan di Malaysia sejak lebih tiga kurun yang lalu. Beberapa jenis roselle yang tumbuh secara liar dikenali dengan pelbagai nama seperti asam paya, asam kumbang dan asam susur. Selain itu, ia juga dikenali sebagai *Jamaican sorrel* di India (Morton, 1987).

Pokok roselle boleh tumbuh daripada biji benih atau keratan dan boleh mencapai ketinggian sehingga 3 - 5m serta mengeluarkan bunga hampir sepanjang tahun. Kaliks roselle berwarna merah gelap dan lebih tebal jika dibandingkan dengan bunga raya biasa. Bahagian bunga roselle yang boleh diproses menjadi makanan ialah salut bunganya iaitu kaliks yang mempunyai rasa yang masam (Faridah, 1998). Kaliks roselle boleh diproses menjadi pelbagai jenis hasilan makanan seperti jeli, halwa, sos, jeruk, kek, puding, serbuk, helaian minuman roselle dan sebagainya (Chewonarin et al., 1999). Roselle diberi perhatian dalam industri makanan dan minuman kerana ia wujud secara semulajadi dan ia dapat menggantikan pewarna sintetik (Esselen & Sammy, 1973).

Roselle boleh digunakan untuk menggantikan pewarna sintetik kerana ia mengandungi pigmen antosianin yang tinggi. Perkataan antosianin berasal daripada perkataan Yunani dengan *anthos* yang bermaksud bunga dan *kyanos* yang bermaksud warna biru (Kong et al., 2003). Antosianin didapati boleh mengurangkan risiko penyakit kanser, darah tinggi, kencing manis dan jantung (Jabatan Pertanian Semenanjung Malaysia, 2003). Selain itu, ia juga digunakan secara meluas dalam bidang terapeutik, oftalmologi dan farmakologi (Chang et al., 2005).

Di Malaysia, Industri roselle telah dibangunkan dengan bantuan khidmat nasihat daripada pihak MARDI. Sehingga kini terdapat beberapa kilang memproses roselle di Malaysia. Antara syarikat yang mendapat khidmat nasihat daripada MARDI ialah Gulf and Pacific Industries Sdn. Bhd. di Kuching, Sarawak. Syarikat ini mengeluarkan hasilan kordial, minuman berkarbonat, jem, halwa dan pati roselle. Di Terengganu perbincangan dan perundingan dari aspek pembangunan hasilan roselle telah diadakan dengan Malaysia Roselle Industries Sdn. Bhd., Kuala Terengganu. Selain itu, memorandum persefahaman telah ditandatangani oleh MARDI dengan Aquasis (M) Sdn. Bhd. Kuantan, Pahang dalam usaha penubuhan kilang dan pembangunan hasilan roselle (Faridah, 1998).

Perkataan kopi bukan sahaja bermaksud minuman yang didapati daripada perendaman kopi yang telah dipanggang dengan air panas tetapi ia merangkumi lingkungan penghasilan produk yang besar iaitu bermula daripada penuaian buah kopi (Singhal, Kulkarni & Rege, 1997). Kopi pula dibawa masuk ke Malaysia lebih daripada 100 tahun yang lalu. Hanya pada awal tahun 1980, pihak MARDI mula mempergiatkan penyelidikan tanaman kopi khususnya bagi mendapatkan varieti yang baik dan

menghasilkan teknologi pengurusan tanaman yang lebih berkesan serta ekonomik (Abdul Rahman, 1991).

Dalam penghasilan serbuk kopi, pemilihan biji kopi merupakan perkara yang penting kerana ia akan mempengaruhi kualiti hasil yang bakal diperolehi. Menurut Zaidah & Othman (1984), kualiti biji kopi terbaik adalah daripada spesies Arabica, diikuti dengan spesies Robusta dan spesies Liberica. Kopi Arabica dikatakan dapat memberikan mutu rasa dan aroma yang paling baik. Walau bagaimanapun, penggunaan biji kopi daripada jenis yang terbaik tidak menjamin kualiti produk yang terbaik akan dihasilkan jika pengendalian yang tidak sempurna dilakukan.

1.2 Objektif-objektif kajian

1. Menentukan formulasi yang terbaik untuk menghasilkan produk kopi roselle 4 dalam 1.
2. Menentukan kandungan proksimat terhadap formulasi terbaik untuk produk kopi roselle 4 dalam 1.
3. Mengkaji kesan mutu simpanan terhadap produk kopi roselle 4 dalam 1.
4. Mengkaji tahap penerimaan pengguna terhadap produk kopi roselle 4 dalam 1.

BAB 2

ULASAN KEPUSTAKAAN

2.1 Roselle (*Hibiscus sabdariffa*)

Roselle atau nama saintifiknya, *Hibiscus sabdariffa* adalah sejenis tumbuhan herba yang tergolong dalam famili Malvaceae yang sama seperti kenaf (*Hibiscus canabinus*), bunga raya (*Hibiscus rosasinensis*) dan bendi (*Hibiscus esculantus*) (Jabatan Pertanian Semenanjung Malaysia, 2003). Roselle dikatakan berasal dari India dan dikenali sebagai *Jamaican sorrel* (Morton, 1987). Tetapi terdapat juga penyelidik yang menyatakan ia berasal dari Afrika Barat (Mat Isa, Mohd. Isa & Abd. Aziz, 1985; Rao, 1996). Namun, tumbuhan ini mula diperkenalkan di Malaysia sejak lebih tiga kurun yang lalu (Faridah, 1998).

Roselle dikenali sebagai asam paya, asam kumbang, asam susur (Tan & Mohd. Sapien, 1994) dan akhir-akhir ini ia dikenali sebagai ribena Malaysia kerana ia mempunyai rasa seperti ribena (Mat Isa, Mohd. Isa & Abd. Aziz, 1985). Selain daripada nama tempatan, nama Inggeris bagi roselle adalah seperti *Rozelle*, *Sorrel*, *Red sorrel*, *Jamaica sorrel*, *Indian sorrel*, *Guinea sorrel*, *Sour-sour*, *Queensland jelly plant*, *Jelly okra*, *Lemon bush* dan *Florida canberry*. Di Perancis, roselle dikenali sebagai *Oseille rouge* atau *Oseille de Guinée* dan di Afrika Utara pula, ia dikenali sebagai *Karkade*. (Martin, 1984). Rajah 2.1 menunjukkan roselle yang digunakan.



Rajah 2.1: Roselle (*Hibiscus sabdariffa*)

2.1.1 Kandungan nutrisi

Kandungan lembapan bagi kaliks segar roselle ialah di antara 84 - 89%. Kaliks roselle adalah berkhasiat kerana ia mengandungi 2.00g protein, 10.20g karbohidrat dan 0.10g lemak. Selain itu, ia juga mengandungi 17.00g vitamin C, 0.05mg thiamin, 0.07mg riboflavin dan 0.06mg niasin (Martin, 1984).

Selain daripada kaliks roselle, bijinya juga kaya dengan pelbagai nutrien seperti protein, karbohidrat, lemak dan sebagainya. Bijinya mengandungi 28.90g protein, 25.50g karbohidrat dan 21.40g lemak. Biji roselle membekalkan sumber yang baik bagi mineral seperti fosforus, magnesium dan kalsium (Rao, 1996). Didapati biji roselle mengandungi dua kali ganda kalsium berbanding dengan kaliks roselle. Selain itu, biji roselle juga

RUJUKAN

- Abdul Rahman, A. I. 1991. *Pengeluaran Kopi*. Selangor: Institut Penyelidikan dan Kemajuan Pertanian Malaysia.
- Akta. 2004. *Akta Makanan 1983 (Akta 281) & Peraturan-peraturan*. Kuala Lumpur: International Law Book Service.
- Al-Kahtani, H. A. & Hassan, B. H. 1990. Spray Drying of Roselle (*Hibiscus sabdariffa L.*) Extract. *J. Food Sci.* **55**(4): 1073-1076.
- Alikonis, J. A. 1997. Nutrient Intake and Haematological Status of Vegetarians and Age-sex Matched Omnivores. *European Journal Clinical Nutrition*. **48**: 538-546.
- Aminah Abdullah. 2000. *Prinsip Penilaian Sensori*. Bangi: Universiti Kebangsaan Malaysia.
- Andrews, L. S., Godshall, M. A. & Moore, S. 2002. Sucrose Degradation Under Model Processing Condition. *Food Chem. & Toxicology*. **67**(5): 1621-1624.
- Andriambeloson, E., Magnier, C., Haan-Archipoff, G., Lobstein, A., Beretz, R. A., Stoclet, J. C. & Andriantsitohaina, R. 1998. Natural Dietary Polyphenolic Compounds Cause Endothelium-dependent Vasorelaxation in Rat Thoracic Aorta. *The Journal of Nutrition*. **128**: 2324-2333.
- AOAC. 1990. *Official Methods of Analysis*. Washington: Association of Official Analytical Chemists.
- Avallone, S., Guiraud, J. P., Guyot, B., Olguin, E. & Brillouet, J. M. 2000. Polysaccharide Constituents of Coffee-Bean Mucilage. *Food Chemistry and Toxicology*. **65**(8): 1308-1310.
- Beines, K. & Moris, Z. 1987. *Industrial Confectionery Manufacture and Use*. London: Chapman & Hall.
- Belitz, H. D. & Grosch, W. 1987. *Food Chemistry*. New York: Springer-Verlag.
- Bicchi, C. P., Binello, A. E., Pellegrino, G. M. & Vanni, A. C. 1995. Characterization of Green and Roasted Coffees Through the Chlorogenic Acid Fraction by HPLC-UV and Principal Component Analysis. *J. Agri. Food Chem.* **43**: 1549-1555.
- Birch, G. G. & Parker, K. J. 1979. *Sugar: Science & Technology*. London: Applied Science Publishers.
- Bridle, P. & Timberlake, C. F. 1997. Anthocyanins As a Natural Food Colours-selected Aspects. *Food Chem.* **58**: 103-109.

- Brouillard, R. 1982. *Chemical Structure of Anthocyanins. In Anthocyanins as Food Colors.* New York: Academic Press.
- Bucheli, P., Meyer, I., Pasquier, M. & Locher, R. 1996. Determination of Soluble Sugars by High Performance Anion Exchange Chromatography (HPAE) and Pulsed Electrochemical Detection (PED) in Coffe Bean upon Acceleratde Storage. *Plant Physiol. Biochem.* **12**: 154-158.
- Bucheli, P., Meyer, I., Pittet, A., Vuataz, G. & Viani, R. 1998. Industrial Storage of Green Robusta Coffee under Tropical Conditions and Its Impact on Raw Material Quality and Ochratoxin A Content. *J. Agri. Food Chem.* **46**: 4507-4511.
- Burdoch, G. A. 1997. *Encyclopedia of Food and Colour Additives.* New York: CRC Press.
- Cabrita, L., Fruystein, N. A. & Andersen, E. M. 2000. Anthocyanin Trisaccharides in Blue Berries of *Vaccinium padifolium*. *Food Chemistry*: **69**: 33-36.
- Calvino, A. M., Zamora, M. C. & Sarchi, M. I. 1996. Principal Components and Cluster Analysis for Descriptive Sensory Assessment of Instant Coffee. *Journal of Sensory Studies*. **11**: 191-210.
- Ceilwyn, J. 1996. *Analytical Chemistry of Foods.* London: Blackie Academic & Professional.
- Chang, Y. C., Huang, H. P., Hsu, J. D., Yang, S. F. & Wang, C. J. 2005. Hibiscus Anthocyanins Rich Extract-induced Apoptotic Cell Death in Human Promyelocytic Leukemia Cells. *Toxicology and Applied Pharmacology*. **205**: 201-212.
- Charurin, P., Ames, J. M. & Castillo, M. D. 2002. Antioxidant Activity of Coffee Model Systems. *J. Agri. Food Chem.* **50**: 3751-3756.
- Chen, S. H., Huang, T. Z., Ho, C. T. & Tsai, P. J. 1998. Extraction, Analysis and Study on The Volatiles in Roselle Tea. *J. Food Chem.* **46**: 1101-1105.
- Chewonarin, T., Kinouchi, T., Kataoka, K., Arimochi, K., Kuwahara, T., Vinitketkumnuen, U. & Ohnishi, Y. 1999. Effect of Roselle (*Hibiscus sabdariffa*) on The Mutagenicity of Various Known Mutagens in *Salmonella typhimurium* and on Formation of Aberrant Crypt Foci Induced by The Colon Carcinogens Azoxymethane and 2-Amino-1-methyl-6-phenylimidazo [4,5-b] pyridine in F344 Rats. *Food and Chemical Toxicology*. **37**(6): 591-601.
- Chu, D. C. & Juneja, L. R. 1997. *General Chemical Composition of Green Tea and Its Infusion.* New York: CRC Press.
- Clarke, R. J. 1987. *Coffee Technology.* (2nd edition). London: Academic Press.
- Clarke, R. J. 1993. The Shelf Life in Coffee. London: Elsevier Science Publishers.
- Clifford, M. N. 1985. *Coffee, Botany, Biochemistry and Production of Beans & Beverages.* Westport: The AVI Publishing Company, Inc.

- Clliford, M. N. & Wight, J. 1976. Chlorogenic Acids in Coffee Processing. *J. Sci. Food Agric.* **27**: 83-89.
- Cooper, H. 2001. *Mother Estelle's Easy Homemade Candy Cookbook*. London: Athenean Press.
- David, N. C., Maxine, R. C. & Valerie, S. M. 2001. A Cross-cultural Methodological Study of the Uses of Two Common Hedonic Response Scales. *Food Quality and Preference*. **12**: 119-131.
- Doyen, K., Carey, M., Linforth, R. S. T., Marin, M. & Taylor, A. J. 2001. Volatile Release from an Emulsion: Headspace and In-mouth Studies. *J. Agri. Food Chem.* **49**(2): 804-810.
- Du, C. T. & Francis, F. J. 1973. Anthocyanins of Roselle (*Hibiscus sabdariffa L.*). *J. Food Sci.* **38**: 10-12.
- Duke, J. A. 1986. *Handbook of Medicinal Herbs*. New York: CRC Press.
- Egan, H., Kirk, R. S. & Sawyer, R. 1998. *Pearsons Chemical Analysis of Food*. (8th edition). London : Churchill Living Stone.
- Ellinger, R. H. 1972. *Phosphates as Food Ingredients*. Cleveland: CRC Press.
- Engel, J. F., Blackwell, R. D. & Minard, P. W. 1995. *Consumer Behaviour* (8th ed). New York: The Dryden Press.
- Escribano-Bailon, M. T., Santos-Buelga, C. & Rivas-Gonzalo, C. R. 2004. Anthocyanins In Cereals. *Journal of Chromatography*. **1054**(1-2): 129-141.
- Esselen, W. B. & Sammy, G. M. 1973. Roselle - A Natural Colorant for Foods. *Food Prod. Devt.* **7**: 80.
- Faraji, M. & Tarkhani, A. 1999. The Effect of Sour Tea (*Hibiscus sabdariffa*) on Essential Hypertension. *J. Ethnopharmacol.* **65** (3): 231-236.
- Faridah, M. S. 1998. *Roselle Bunga Yang Enak Dimakan*. Agromedia, Bil 3. Selangor: Institut Penyelidikan dan Kemajuan Pertanian Malaysia.
- Fennema, O. R. 1993. *Food Chemistry*. New York: Marcel Dekker, Inc.
- Fernandes, A. P., Santos, M. C., Lemos, S. G., Ferreira, M. M., Nogueira, A. R. & Nobrega, J. A. 2005. Pattern Recognition Applied to Mineral Characterization of Brazilian Coffees and Sugar-cane Spirits. *Spectrochimica Acta Part B*. **60**: 717-724.
- Fleet, G. H. 1999. Microorganisma in Food Ecosystems. *International Journal of Food Microbiology*. **50**: 101-117.

- Fossen, T., Cabrita, L. & Andersen, O. M. 1998. Colour and Stability of Pure Anthocyanins Influenced by pH Including the Alkaline Region. *Food Chemistry*. **63**(4): 435-440.
- Geel, L., Kinnear, M. & Kock, H. L. 2005. Relation Consumer Preferences to Sensory Attributes of Instant Coffee. *Food Quality and Preference*. **16**: 237-244.
- Giese, J. 1994. Protein as Ingredients: Types, Functions, Applications. *Food Technologies*. **48**(10): 50-60.
- Goodman, B. A., Glidewell, S. M., Deighton, N. & Morrice, A. E. 1994. Free Radical Reactions Involving Coffee. *Food Chemistry*. **51**: 399-403.
- Gradinaru, G., Biliaderis, C. G., Kallithraka, S., Kefalas, P. & Garcia-Viguera, C. 2003. Thermal Stability of *Hibiscus sabdariffa* L. Anthocyanins in Solution and In Solid State: Effect of Copigmentation and Glass Transition. *Food Chemistry*. **83**: 423-436.
- Granby, K. & Fagt, S. 2004. Analysis of Acrylamide In Coffee and Dietary Exposure to Acrylamide from Coffee. *Analytica Chimica Acta*. **520**: 177-182.
- Hassan, Y. 2002. *Permintaan Produk Roselle Melebihi Bekalan*. Terengganu: Lajnah Penerangan dan Dakwah, DPP.
- Heredia, F. J., Francia-Aricha, E. M., Rivas-Gonzalo, J. C., Vicario, I. M. & Santos-Buelga, C. 1998. Chromatic Characterization of Anthocyanins from Red Grapes-I. pH Effect. *Food Chemistry*. **63**(4): 491-498.
- Hermelstein, N. H. 1999. Review on Confectionary Processing. *Food Technology*. **53**: 33-47.
- Herrera-Arellano, A., Flores-Romero, S., Chavez-Soto, M. A. & Tortoriello, J. 2004. Effectiveness and Tolerability of a Standardized Extract from *Hibiscus sabdariffa* in Patients with Mild to Moderate Hypertension: A Controlled and Randomized Clinical Trial. *Phytomedicine*. **11**: 375-382.
- Hersleth, M., Ureland, O., Allain, H. & Naes, T. 2005. Consumer Acceptance of Cheese, Influence of Different Testing Conditions. *Food Quality & Preference*. **16**: 103-110.
- Heyd, B. & Danzart, M. 1998. Modelling Consumers Preferences of Coffee: Evaluation of Different Methods. *Lebensmittel Wissenschaft Technology*. **31**: 607-611.
- Hofmann, T. & Schieberle, P. 2002. Chemical Interaction between Odor-Active Thiols and Melanoidins Involved in the Aroma Staling of Coffee Beverages. *J. Agric. Food Chem.* **50**: 319-326.
- Hong, V. & Wrolstad, R. E. 1990. Use of HPLC Separation/Photodiode Array Detection for Characterization of Anthocyanins. *J. Agric. Food Chem.* **38**(3): 708-715.
- Hughes, W. J. & Thorpe, T. M. 1987. Determination of Organic Acids and Sucrose In Roasted Coffee by Capillary Gas Chromatography. *J. Food Sci.* **52**: 1078-1083.



- Jabatan Pertanian Semenanjung Malaysia. 2003. *Manual Teknologi Roselle*.
- Jackman, R. L., Yada, R. Y., Tung, M. A. & Speers, R. A. 1987. Anthocyanins As Food Colorants – A Review. *Journal of Food Biochemistry*. **11**: 201-247.
- James C. S. 1995. *Analytical Chemistry of Food*. London: Blackie academic & Professional.
- Jirovetz, L., Jager, W., Remberg, G., Espinosa-Gonzalez, J., Morales, R., Woidich, A. & Nikiforov, A. 1992. Analysis of The Volatiles in the Seed Oil of *Hibiscus sabdariffa* (Malvaceae) by Means of GC-MS and GC-FTIR. *J. Agric. Food Chem.* **40**: 1186-1187.
- Joslyn, M. A. 1970. *Method in Food Analysis*. New York: Academic Press.
- Kertzs, Z. I. 1955. *Pectin enzymes*. New York: Academic Press.
- Kjaergaard, O. 1971. *Tea and coffee*. London: Leonard Hill Books.
- Knox, K. & Huffaker, J. S. 1997. *Coffee Basics: A Quick and Easyguide*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Kong, J. M., Chia, L. S., Goh, N. K., Chia, T. F. & Brouillard, R. 2003. Analysis and Biological Activities of Anthocyanins. *Phytochemistry*. **64**: 922-933.
- Kung, J. T., Ryder, W. S. & Feldman, J. R. 1967. *International Scientific Colloquium on Coffee*. Paris: ASIC.
- Kuntz, L. A. 1994. Fiber From Frustration to Functionality. *Food Product Design*. **2**: 91-108.
- Lee, H. S. & Hong, V. 1992. Chromatographic Analysis of Anthocyanins. *Journal of Chromatography*. **624**: 221-234.
- Lerici, C. R., Piva, M., Nicoli, M. C. & Mastrocola, D. 1986. R & G Coffee Quality Loss During Storage Studies. *Tea and Coffee Trade Journal*. **4**: 36-39.
- Levy, C. M. & Koster, E. P. 1999. The Relevance of Initial Hedonic Judgements in the Prediction of Suitable Food Choices. *Journal of Food Quality and Preference*. **10**: 185-200.
- Lewis, C. E., Walker, J. R. & Lancaster, J. E. 1995. Effect of Polysaccharides On The Colour of Anthosianin. *Food Chemistry*. **54**: 315-319.
- Lin, W. L., Hsieh, Y. J., Chou, E. P., Wang, C. J., Cheng, M. T. & Tseng, T. H. 2003. Hibiscus Protocatechuic Acid Inhibits Lipopolysaccharide-induced Rat Hepatic Damage. *Food Toxicology*. **77**: 42-47.
- Lubbers, S. & Guichard, E. 2004. The Effect of Sugars and Pectin On Flavour Release From a Fruit Pastille Model System. *Food Chemistry*. **81**: 269-273.

- Macrae, R. 1995. *The Physiology of Flavour: Taste and Aroma Perception*. London: Academic Press.
- Macrae, R., Robinson, R. K. & Sadier, M. J. 1993. *Encyclopedia of Food Science, Food Technology & Nutrition. Vol 5*. London: Academic Press.
- Markakis, P. 1982. *Stability of Anthocyanins in Foods*. London: Academic Press.
- Markham, K. R. 1982. *Techniques of Flavanoid Identification*. London: Academic Press.
- Mat Isa, A., Mohd. Isa, P. M. & Abd. Aziz, A. R. 1985. Analisis Kimia dan Pemprosesan Roselle (*Hibiscus sabdariffa L.*). *MARDI Res. Bull.* **13**: 68-74.
- Mazza, G. & Miniati, E. 1993. *Anthocyanins In Fruits, Vegetables and Grains*. New York: CRC Press.
- McCance, W. & Widdowson, S. 1992. *Food Labelling Data for Manufactures*. Cambridge: The Royal Society of Chemistry.
- Meilgaard, M., Civille, G. V. & Carr, B. T. 1999. *Sensory Evaluation Techniques*. (3rd edition). New York: CRC Press.
- Merory, J. 1986. *Food Flavorings, Composition, Manufacture & Use*. Westport, Connecticut: The Avi Publishing Company, Inc.
- Meschter, E. E. 1973. Effect of Carbohydrates and Other Factors on Strawberry Products. *J. Agr. Food Chem.* **1**: 574-579.
- Micheal, T. M., John, M. M. & Jack, P. 2003. *Brock Biology of Microorganisms*. New York: Pearson Education.
- Mohd. Yazid & Hasnah, M. 1993. Pembungkusan Makanan. *Teknologi Makanan MARDI*. **2**: 29-35.
- Morten, I. D. & Macleod, A. J. 1990. *Food Flavours: The Flavour of Fruits*. New York: Elsevier Science Publishers.
- Morton, J. 1987. *Roselle*. <http://www.hort.purdue.edu/neewcrop/indices/>. Dicetak 15 Julai 2005.
- Muhammad Ghawas, M. & Wan Rubiah, A. 1991. Botani. Abdul Rahman, A. I. (ed). *Pengeluaran Kopi*. Kuala Lumpur: Institut Penyelidikan dan Kemajuan Pertanian Malaysia.
- Murgia, E., Richards, P. & Walton, H. F. 1973. Liquid Chromatography of Xanthines, Analgesic Drugs and Coffee. *J. Chromatography*. **87**: 523-533.
- Newton, J. M. 1979. Spectrophotometric Determination of Caffeine in Coffee Products: Collaborative Study. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.* **62**: 705-708.
- Nielsen, S. S. 1998. *Food Analysis*. (2nd edition). Maryland: Aspen Publishers, Inc.

- Nitisewojo, P. 1995. *Prinsip Analisis Makanan*. Bangi: Universiti Kebangsaan Malaysia.
- Nurina, A., Rogayah, H. & Shamsinar, W. N. 1999. *Analisis Deria Untuk Makanan*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa & Pustaka. Diterjemahkan dari "Sensory analysis of food". Piggott, J. R. 1989.
- Omar, I., Darah, I. & Baharuddin, S. 1996. *Mikrobiologi Makanan*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa & Pustaka.
- Perry, L. M. 1980. *Medicinal Plants of East and South East Asia*. Cambridge: The Mit Press.
- Pomeranz, Y. & Meloan, C. E. 1994. *Food Analysis: Theory & Practice*. (3rd edition). New York: Chapman & Hall.
- Pordy, W. T. 1994. *Low Fat, Low Cholesterol and Low Calorie Dairy Creamer*. New York: Carberry.
- Rao, P. U. 1996. Nutrient Composition & Biological Evaluation of *Hibiscus sabdariffa* Seeds. *Plant Food for Human Nutrition*. **49**: 27-34.
- Rauch, G. H. 1985. *Jam Manufacture*. London: Leonard Hill Books.
- Resurreccion, A. V. 1998. *Consumer Sensory Testing for Product Development*. Maryland: Aspen Publishers Inc.
- Richelle, M., Tavazzi, I. & Offord, E. 2001. Comparison of The Antioxidant Activity of Commonly Consumed Polyphenolic Beverages (Coffee, Cocoa and Tea) Prepared Per Cup Serving. *J. Agri. Food Chem.* **49**: 3438-3442.
- Roden, C. 1977. *Coffee*. London: Faber & Faber.
- Rouseff, R. L. 1990. *Bitterness in Foods & Beverages*. New York: Elsevier Science Publisher.
- Sachdewa, A. & Khemani, L. D. 2003. Effect of *Hibiscus rosa sinensis* Linn. Ethanol Flower Extract on Blood Glucose and Lipid Profile In Streptozotocin Induced Diabetes In Rats. *Journal of Ethnopharmacology*. **89**: 61-66.
- Sachslehner, A., Foidl, G., Gubitz, G. & Haltrich, D. 2000. Hydrolisis of Isolated Coffee Mannan and Coffee Extract by Mannanases of *Sclerotium rolfsii*. *Journal of Biotechnology*. **80**: 127-134.
- Singh, P. R. 1996. *Scientific Principle of Shelf Life Evaluation: Shelf Life Evaluation on Food*. London: Chapman & Hall.
- Singhal, R. S., Kulkarni, P. R. & Rege, D. V. 1997. *Handbook of Indices of Food Quality and Authenticity*. Cambridge: Woodhead Publishing Limited.
- Sivertz, M. & Desrosier, N. 1979. *Coffee Technology*. Westport: The AVI Publishing, INC.

- Sivetz, M. & Foote, H. E. 1963. *Coffee Processing Technologi*. Volume 1 & 2. Westport: The AVI Publishing, Inc.
- Smith, R. F. 1985. *An History of Coffee*. Westport: The AVI Publishing Company, Inc.
- Soleha, I., Dzulkifly, H., Osman, H. & Zaharah, O. 1993. *Kimia Makanan Jilid II*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa & Pustaka. Diterjemahkan dari "Food Chemistry".
- Fennema, O. R. 1985.
- Soleha, I. 1995. *Pengawetan Makanan Secara Pengeringan*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa & Pustaka.
- Stadler, R. H. & Fay, L. B. 1995. Antioxidative Reactions of Caffeine: Formation of 8-Oxocaffeine (1,3,7-Trimethyluric Acid) in Coffee Subjected to Oxidative Stress. *J. Agri. Food Chem.* **43**:1332-1338.
- Stoltze, A. & Masters, K. 1979. Recent Developments in the Manufacture of Instant Coffee and Coffee Substitutes. *Food Chem.* **4**: 31-39.
- Sulaiman, N., Harisun, Y., Mariani, H. & Sarmidi, M. 2004. *Coconut Based Non Dairy Creamer*. Johor: Universiti Teknologi Malaysia.
- Sultan, W. J. 1990. *Practical Baking*. New York: Van Nostrand Rainhold.
- Tan, H. H. & Mohd. Sapian, S. 1997. *Tanaman Roselle*. Kuala Terenggau: Jabatan Pertanian Terengganu.
- Terink, F. G. 1986. Phase Behavior of Fats and Their Mixtures. *Programme in Lipid Research*. **23**:11-38.
- Tormod, N. S. & Eikrem, R. S. 2004. Creative Design for Conducting Experimental Design in Food Production. *Food Quality and Preference*. **45**: 499-506.
- Tortora, G. J., Funke, B. R. & Case, C. L. 2004. *Microbiology: An Introduction*. San Francisco: Pearson Education, Inc.
- Trugo, L. C. & Macrae, R. 1984. A Study of the Effect of Roasting on the Chlorogenic Acid Composition of Coffee Using HPLC. *Food Chemistry*. **15**: 219-227.
- Trugo, L. C., Macrae, R. & Dick, J. 1983. Determination of Purine Alkaloids and Trigonelline in Instant Coffee and Other Beverages Using High Performance Liquid Chromatography. *J. Sci. Food. Agric.* **34**: 300-306.
- Trugo, L. C., Maria, C. A. & Werneck, C. C. 1991. Simultaneous Determination of Total Chlorogenic Acid and Caffein in Coffee by High Performance Gel Filtration Chromatography. *Food Chemistry*. **42**: 81-87.
- Tsai, P. J. & Huang, H. P. 2004. Effect of Polymerization on the Antioxidant Capacity of Anthocyanins in Roselle. *Food Research International*. **37**: 313-318.

- Tsai, P. J., McIntosh, J., Pearce, P., Camden, B. & Jordan, B. R. 2002. Anthocyanin and Antioxidant Capacity in Roselle (*Hibiscus sabdariffa L.*) Extract. *Food Research International*. **35**: 351-356.
- Tseng, T. H., Kao, E. S., Chu, C. Y., Chou, F. P., Lin, H. W. & Wang, C. J. 1997. Protective Effect of Dried Flower Extracts of *Hibiscus sabdariffa L.* Against Oxidative Stress In Rat Primary Hepatocytes. *Food and Chemical Toxicology*. **35**: 1159-1164.
- USDA. 2005. *National Nutrient Database for Standard Reference, Release 18*.
- Valarik, V. A. 1998. *Essential of Food Science*. New York: Chapman & Hall.
- Wardlaw, G. M. 2004: *Contemporary Nutrition*. (6th edition). Italy: McGraw-Hill Company.
- Wellman, F. L. 1961. *Coffee: Botany, Cultivation & Utilization*. London: Leonard Hill (Books) Limites.
- Whitney, E. & Sharon, R. R. 2005. *Understanding Nutrition*. Canada: Thomson Wadsworth Learning.
- Wrigley, G. 1988. *Coffee*. New York: Longman Scientific & Technical.
- Wrobel, K. & Urbina, E. M. 2000. Determination of Total Aluminium, Chromium, Cooper, Iron, Manganese and Nickel and Their Fractions Leached to the Infusions of Black Tea, Green Tea and *Hibiscus sabdariffa*. *Biology Trace. Element Resources*. **78**: 271-280.
- Yousef, A. E. & Carlstrom, C. 2003. *Food Microbiology: A Laboratory Manual*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Zaidah, I. 1982. *Comparison of Coffee Processed by Dry and Wet Methods and Their Quality Studies*. Kuala Lumpur: Institut Penyelidikan dan Kemajuan Pertanian Malaysia.
- Zaidah, I. 1985. Pengeluaran Serbuk Kopi Yang Bermutu. *Teknologi Makanan*. **4**(2): 13-17. Selangor: Institut Penyelidikan dan Kemajuan Pertanian Malaysia.
- Zaidah, I. & Othman, A. R. 1984. Perusahaan Memproses Serbuk Kopi Campuran. *Risalah Panduan*. No. **18**. Selangor: Institut Penyelidikan dan Kemajuan Pertanian Malaysia.
- Zaidah, I., Adinan, H. & Mohd. Hashim, H. 1984. *Status of Coffee Processing Industry In Malaysia*. Selangor: Institut Penyelidikan dan Kemajuan Pertanian Malaysia.
- Zainun, C. A. 1991. Pengendalian Lepas Tuai Dan Pemprosesan. Abdul Rahman, A. I. (ed). *Pengeluaran Kopi*. Kuala Lumpur: Institut Penyelidikan dan Kemajuan Pertanian Malaysia.
- Zubaidah, A. R. 1992. *Pemakanan Dari Segi Biokimia*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa & Pustaka.