

PEMBANGUNAN MINUMAN HERBA DUKUNG ANAK (*Phyllanthus niruri* Linn.)

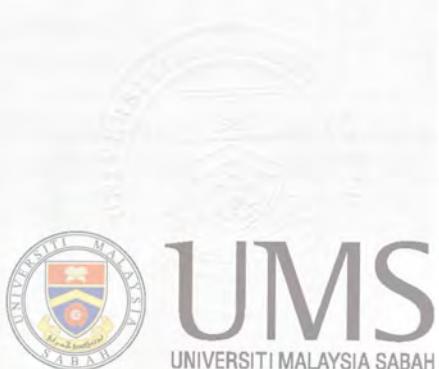
FOO SOO LING

**PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SARAWAK**

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

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

2006



BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS

UDUL: PEMBANGUNAN MINUMAN HERBA DUKUNG ANAK
(*Phyllanthus niruri* Linn.)

JAZAH: SARJANA MUDA SAINS MAKANAN (TEKNOLOGI MAKANAN DAN
BIOPEMPROSESAN)

SESI PENGAJIAN: 2003/2004

Saya FOO SOO LING
(HURUF BESAR)

nengaku 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: 26, JLN RUMBIA 37,
TMN DAYA,
81100 J. BAHRU, JOHOR.

Nama Penyelia

Tarikh: 16 MEI 2006Tarikh: 16/5/06

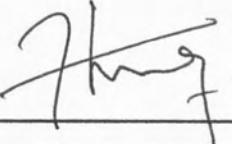
ATATAN: * Potong yang tidak berkenaan.

- * 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).

PENGAKUAN

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

13 MEI 2006



(FOO SOO LING)

NO. MATRIK: HN2003-2527



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

PERAKUAN PEMERIKSA**DIPERAKUKAN OLEH****TANDATANGAN**

Tandatangan

1. PENYELIA

(EN. MANSOOR ABDUL HAMID)



2. PEMERIKSA – 1

(PROF. MADYA DR. MOHD. ISMAIL ABDULLAH)



3. PEMERIKSA – 2

(DR. CHYE FOOK YEE)



4. Dekan

(PROF. MADYA DR. MOHD. ISMAIL ABDULLAH)

**UMS**
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

PENGHARGAAN

Tanpa terlepasnya peluang ini, saya ingin merakamkan setinggi-tinggi penghargaan kepada beberapa pihak yang telah banyak memberi sokongan, dorongan dan nasihat sepanjang penyelidikan ini. Terlebih dahulu, penghargaan yang tidak terhingga saya rakamkan kepada Encik Mansoor Abdul Hamid, selaku penyelia penyelidikan bagi projek ini di atas segala bimbingan, sokongan, bantuan, panduan, teguran dan nasihat yang membina kepada saya sepanjang projek penyelidikan ini.

Ribuan terima kasih ingin saya ucapkan kepada Dekan Sekolah Sains Makanan Dan Pemakanan, Prof. Madya Dr. Mohd. Ismail Abdullah serta semua pensyarah Sekolah Sains Makanan dan Pemakanan yang telah mencerahkan segala pengalaman dan bimbingan sepanjang pengajian saya di Universiti Malaysia Sabah. Tidak akan lupa juga, penghargaan buat pembantu-pembantu makmal Sekolah Sains Makanan Dan Pemakanan yang sudi mencerahkan tenaga, masa dan pengalaman beliau dalam menyempurnakan projek penyelidikan saya di makmal.

Terima kasih juga kepada pihak MARDI, Serdang yang memberi bantuan pada permulaan kajian ini dan pihak Stevian Biotechnology Sdn. Bhd. yang menaja pemanis Sweta yang digunakan dalam kajian serta informasi yang diberikan. Ribuan terima kasih juga kepada semua rakan seperjuangan dan individu-individu lain atas galakan dan pertolongan yang dihulurkan sama ada secara langsung maupun tidak langsung kepada saya dari mula hingga akhir penyelidikan. Tanpa bantuan mereka, mustahil buat diri saya untuk menyiapkan tesis ini.



Buat ibu bapa dan keluarga tersayang, terutama nenek yang telah meninggal dunia sebelum kajian ini sempat selesai, saya ingin mengambil kesempatan ini untuk merakamkan rasa terima kasih yang tidak terhingga kerana kasih sayang, bimbingan, dorongan dan sokongan yang diberikan tanpa mengenal erti lelah kepada saya. Akhirnya, saya ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang terlibat dalam penyempurnaan projek penyelidikan.

Ikhlas dari,

FOO SOO LING

HN 2003-2527



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

ABSTRAK

Kajian ini dijalankan untuk membangunkan minuman herba dukung anak (*Phyllanthus niruri*) melalui formulasi terbaik, berdasarkan penilaian deria, penentuan ciri-ciri fizikokimia, analisis proksimat, mutu simpanan dan kos bahan mentah. Reka bentuk faktorial digunakan dan sebanyak 18 formulasi dibangunkan dengan menggunakan pemanis gula atau Sweta; nisbah ekstrak herba dan pemanis yang berbeza. Ujian sensori menunjukkan formulasi 5 dan formulasi 14 merupakan formulasi terbaik yang masing-masing menggunakan pemanis gula dan Sweta. Melalui analisis proksimat, didapati bahawa formulasi 5 terdiri daripada $90.00 \pm 0.01\%$ lembapan, $0.08 \pm 0.01\%$ abu dan $9.92 \pm 0.01\%$ karbohidrat, manakala kandungan lemak, protein dan serabut kasar tidak dapat dikesan. Ujian fizikokimia pula menunjukkan formulasi 5 mempunyai nilai pH 4.08 ± 0.01 , $7.23 \pm 0.06^\circ\text{brix}$ dan $0.16 \pm 0.01\%$ asid tertitrat. Hasil analisis proksimat formulasi 14 pula menunjukkan kandungan lembapan $99.87 \pm 0.01\%$, kandungan abu $0.07 \pm 0.01\%$ dan kandungan karbohidrat $0.02 \pm 0.01\%$, namun kandungan lemak, protein dan serabut kasar tidak dapat dikesan juga. Ujian fizikokimia bagi formulasi 14 menunjukkan nilai pH 4.07 ± 0.01 , $0.17 \pm 0.06^\circ\text{brix}$ dan $0.16 \pm 0.01\%$ asid tertitrat. Kedua-dua formulasi adalah bebas daripada pertumbuhan mikroorganisma dengan anggaran koloni kurang daripada 10 cfu/ml bagi kiraan jumlah plat dan kiraan yis dan kulat. Semua keputusan kajian mutu simpanan formulasi 5 dan formulasi 14 melalui analisis fizikokimia, ujian mikrobiologi serta ujian sensori perbandingan berganda menunjukkan tiada perubahan ketara ($p>0.05$) sepanjang 8 minggu tempoh penyimpanan kecuali jumlah kandungan polifenol dalam unit miligram GAE per gram dukung anak kering yang didapati berkurangan secara ketara ($p<0.05$), iaitu daripada 110 ± 1 kepada 109 ± 1 bagi formulasi 5 dan daripada 105 ± 1 kepada 103 ± 1 bagi formulasi 14. Formulasi 14 dipilih sebagai formulasi terbaik untuk produk akhir. Hasil kajian pengguna menunjukkan bahawa sebanyak 39% pengguna yang disoal-selidik akan membeli produk, 55% pengguna mungkin akan membeli dan 6% tidak akan membeli produk minuman herba ini. Oleh itu, produk minuman herba dukung anak dengan pemanis Sweta mempunyai potensi pemasaran yang agak baik.



**PRODUCT DEVELOPMENT OF *Phyllanthus niruri*
HERBAL DRINK**

ABSTRACT

*This research is conducted to develop *Phyllanthus niruri* herbal drink by the best formulation chosen based on sensory tests, physical and chemical determination, proximate analysis, shelf life test and raw material cost. Factorial experimental design was used to create 18 formulations with respect to different in using sugar or Sweta as sweetener, different herbal extract ratio and sweetener content. Result of sensory test showed that Formulation 5 and Formulation 14 is the most accepted formulation using sugar and Sweta sweetener respectively. Proximate analysis showed that Formulation 5 consists of $90.00 \pm 0.01\%$ moisture, $0.08 \pm 0.01\%$ ash and $9.92 \pm 0.01\%$ carbohydrate, while no fat, protein and fibre content was detected. Physical and chemical determination showed that specification of Formulation 5 was pH 4.08 ± 0.01 , $7.23 \pm 0.06^\circ$ brix and $0.16 \pm 0.01\%$ of titrated acidity. As for Formulation 14, proximate analysis showed $99.87 \pm 0.01\%$ moisture content, $0.07 \pm 0.01\%$ ash and $0.02 \pm 0.01\%$ carbohydrate, while fat, protein and fibre content was not detected too. Physical and chemical determination for Formulation 14 showed its specification of pH 4.07 ± 0.01 , $0.17 \pm 0.06^\circ$ brix and $0.16 \pm 0.01\%$ titrated acidity. Both formulations were free from microbial growth with estimated colony less than 10 cfu/ml for total plate count and yeast and mould count. Shelf life test for Formulation 5 and Formulation 14 which conducted by physical and chemical determination, microbiology test and paired comparison sensory test showed that there was no significant difference ($p>0.05$) through out 8 weeks shelf life, except total polyphenol content in unit of milligrams GAE per gram of dry *Phyllanthus niruri* leaves in formulation 5 and formulation 14 significantly ($p<0.05$) reduced from 110 ± 1 to 109 ± 1 and 105 ± 1 to 103 ± 1 respectively. Formulation 14 was chosen as the best formulation for the final product. Consumer test showed that 39% interviewed consumer will buy the product, 55% might buy it and 6% would not buy the herbal product. Hence, *Phyllanthus niruri* herbal drink product with Sweta sweetener has a good market potential.*

KANDUNGAN

Muka Surat

| | |
|--------------------|-------|
| HALAMAN | i |
| PENGAKUAN | ii |
| PERAKUAN PEMERIKSA | iii |
| PENGHARGAAN | iv |
| ABSTRAK | vi |
| ABSTRACT | vii |
| KANDUNGAN | viii |
| SENARAI JADUAL | xii |
| SENARAI RAJAH | xv |
| SENARAI SINGKATAN | xviii |
| SENARAI UNIT | xix |
| SENARAI SIMBOL | xx |

| | |
|---|----------|
| BAB 1 PENDAHULUAN | 1 |
| BAB 2 ULASAN KEPUSTAKAAN | 6 |
| 2.1 <i>Phyllanthus L.</i> dan asal-usulnya | 6 |
| 2.1.1 Ciri morfologi | 7 |
| 2.1.2 Kegunaan | 8 |
| 2.1.3 <i>Phyllanthus niruri</i> Linn. (<i>Phyllanthus fraternus</i> Webster) | 9 |
| 2.1.3.1 Nama am | 11 |
| 2.1.3.2 Konstituen kimia dalam dukung anak | 13 |
| 2.1.3.2.1 Jumlah kompaun fenolik dalam dukung anak | 16 |
| 2.1.3.3 Khasiat dan penggunaan dalam perubatan tradisional | 18 |
| 2.1.3.4 Kesan Farmakologikal dan Kajian Semasa | 19 |
| 2.1.3.4.1 Kesan Antihepatitis B | 20 |
| 2.1.3.4.2 Kesan Antihepatoksisik | 21 |
| 2.1.3.4.3 Kesan Perencutan Human Immunodeficiency Virus (HIV) | 22 |
| 2.1.3.5 Penanaman dukung anak | 23 |
| 2.1.3.6 Penuaian hasil dukung anak dan pengendalian lepas tuai | 26 |
| 2.2 Pemanis | 27 |
| 2.2.1 Gula | 29 |
| 2.2.2 <i>Stevia rebaudiana</i> Bertoni | 30 |
| 2.2.2.1 Komponen dalam <i>Stevia rebaudiana</i> | 31 |
| 2.2.2.2 Laluan metabolism steviosida | 34 |
| 2.2.2.3 Kebaikan kesihatan steviosida | 34 |
| 2.2.2.4 Keselamatan <i>Stevia rebaudiana</i> Bertoni | 35 |
| 2.2.2.5 Penggunaan <i>Stevia rebaudiana</i> di sisi undang-undang | 36 |

Therapeutic



UMS

UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

| | |
|--|---------------|
| 2.2.2.6 Pemanis Sweta | 38 |
| 2.2.2.6.1 Spesifikasi pemanis Sweta | 38 |
| 2.2.3 Kesan pelbagai pemanis terhadap paras glukosa dan insulin | 39 |
| 2.3 Pasaran minuman herba | 42 |
| BAB 3 BAHAN DAN KAEADAH | 44 |
| 3.1 Bahan mentah | 44 |
| 3.2 Kaedah pemprosesan | 46 |
| 3.2.1 Praperlakuan ke atas dukung anak (<i>Phyllanthus niruri</i>) | 46 |
| 3.2.1.1 Ujian kandungan lembapan bagi dukung anak segar dan kering | 46 |
| 3.2.1.2 Penyediaan ekstrak dukung anak (<i>Phyllanthus niruri</i>) | 47 |
| 3.2.2 Pengubahsuaian formulasi minuman herba | 48 |
| 3.2.3 Pemprosesan minuman dukung anak | 50 |
| 3.2.4 Penambahan perisa | 50 |
| 3.3 Reka bentuk eksperiman | 50 |
| 3.4 Pemilihan formulasi minuman herba | 52 |
| 3.4.1 Ujian pemeringkatan | 52 |
| 3.4.2 Ujian hedonik | 53 |
| 3.5 Analisis fizikokimia | 54 |
| 3.5.1 Penentuan pH | 54 |
| 3.5.2 Penentuan kandungan asid tertitrat | 55 |
| 3.5.3 Jumlah pepejal larut | 55 |
| 3.5.4 Kandungan jumlah polifenol dengan UV spektrofotometer | 55 |
| 3.5.4.1 Penyediaan larutan | 56 |
| 3.5.4.2 Graf piawai | 56 |
| 3.5.4.3 Jumlah polifenol | 57 |
| 3.6 Ujian mikrobiologi | 58 |
| 3.6.1 Penyediaan medium | 58 |
| 3.6.2 Penyediaan sampel | 59 |
| 3.6.3 Pemiringan | 59 |
| 3.6.4 Pengiraan koloni | 59 |
| 3.7 Analisis proksimat | 60 |
| 3.7.1 Penentuan kandungan lembapan | 60 |
| 3.7.2 Penentuan kandungan lemak | 61 |
| 3.7.3 Penentuan kandungan protein | 63 |
| 3.7.4 Penentuan kandungan abu | 64 |
| 3.7.5 Penentuan kandungan serabut kasar | 66 |
| 3.8 Kajian mutu simpanan | 67 |



| | | |
|-------------------------------------|--|-----------|
| 3.8.1 | Analisis fizikokimia | 67 |
| 3.8.2 | Ujian mikrobiologi | 68 |
| 3.8.3 | Penilaian deria | 68 |
| 3.9 | Analisis data | 68 |
| 3.10 | Kajian pasaran | 70 |
| BAB 4 HASIL DAN PERBINCANGAN | | 71 |
| 4.1 | Penilaian sensori pemeringkatan | 71 |
| 4.2 | Penilaian sensori hedonik bagi minuman herba dukung anak | 77 |
| 4.2.1 | Ujian hedonik sesi pertama | 77 |
| 4.2.1.1 | Warna | 78 |
| 4.2.1.2 | Kemanisan | 79 |
| 4.2.1.3 | Kemasaman | 80 |
| 4.2.1.4 | Kepahitan | 81 |
| 4.2.1.5 | Rasa herba | 82 |
| 4.2.1.6 | <i>After-taste</i> | 83 |
| 4.2.1.7 | Penerimaan keseluruhan | 84 |
| 4.2.2 | Ujian hedonik sesi kedua | 84 |
| 4.2.2.1 | Warna | 85 |
| 4.2.2.2 | Kemanisan | 86 |
| 4.2.2.3 | Kemasaman | 87 |
| 4.2.2.4 | Kepahitan | 88 |
| 4.2.2.5 | Rasa herba | 88 |
| 4.2.2.6 | <i>After-taste</i> | 89 |
| 4.2.2.7 | Penerimaan keseluruhan | 89 |
| 4.2.3 | Ujian hedonik sesi ketiga | 90 |
| 4.2.3.1 | Warna | 93 |
| 4.2.3.2 | Kemanisan | 93 |
| 4.2.3.3 | Kemasaman | 94 |
| 4.2.3.4 | Kepahitan | 95 |
| 4.2.3.5 | Rasa herba | 95 |
| 4.2.3.6 | <i>After-taste</i> | 96 |
| 4.2.3.7 | Penerimaan keseluruhan | 97 |
| 4.3 | Pemilihan formulasi terbaik selepas ujian hedonik | 98 |
| 4.4 | Analisis Fizikokimia | 99 |
| 4.4.1 | Nilai pH | 99 |
| 4.4.2 | Jumlah pepejal larut ($^{\circ}$ Brix) | 100 |
| 4.4.3 | Kandungan asid tertitrat | 100 |
| 4.4.4 | Jumlah polifenol | 101 |
| 4.5 | Analisis proksimat | 102 |
| 4.5.1 | Kandungan lembapan | 103 |
| 4.5.2 | Kandungan lemak | 104 |

| | | |
|--------------------------------------|--|-----|
| 4.5.3 | Kandungan protein | 105 |
| 4.5.4 | Kandungan serabut kasar | 105 |
| 4.5.5 | Kandungan abu | 106 |
| 4.5.6 | Kandungan karbohidrat | 106 |
| 4.6 | Kajian Mutu Simpanan | 107 |
| 4.6.1 | Analisis fizikokimia | 107 |
| 4.6.1.1 | Nilai pH | 108 |
| 4.6.1.2 | Jumlah pepejal larut (^o Brix) | 109 |
| 4.6.1.3 | Kandungan asid tertitrat | 109 |
| 4.6.1.4 | Jumlah polifenol | 110 |
| 4.6.2 | Analisis ujian mikrobiologi | 111 |
| 4.6.3 | Penilaian deria | 112 |
| 4.6.3.1 | Warna | 116 |
| 4.6.3.2 | Kemanisan | 116 |
| 4.6.3.3 | Kemasaman | 117 |
| 4.6.3.4 | Kepahitan | 118 |
| 4.6.3.5 | Rasa herba | 119 |
| 4.6.3.6 | <i>After-taste</i> | 119 |
| 4.6.3.7 | Penerimaan keseluruhan | 120 |
| 4.7 | Kos bahan mentah | 121 |
| 4.8 | Pemilihan formulasi terbaik sebagai produk akhir | 121 |
| 4.9 | Kajian Pemasaran | 122 |
| BAB 5 KESIMPULAN DAN CADANGAN | | 130 |
| 5.1 | Kesimpulan | 130 |
| 5.2 | Cadangan | 131 |
| RUJUKAN | | 133 |
| LAMPIRAN | | 144 |



SENARAI JADUAL

| No. Jadual | | Halaman |
|------------|---|---------|
| 2.1 | Perbandingan sifat pertumbuhan antara spesies dukung anak. | 8 |
| 2.2 | Nama vernakular <i>Phyllanthus niruri</i> mengikut tempat dan bahasa. | 12 |
| 2.3 | Juzuk kimia yang ditentukan melalui insolasi daripada dukung anak dan bahagian tumbuhan yang terdapat juzuk tersebut. | 15 |
| 2.4 | Jumlah kompaun fenolik bagi dukung anak | 17 |
| 2.5 | Pembajaan dukung anak di beberapa jenis tanah | 24 |
| 2.6 | Hasil analisis proksimat bagi 100g gula pasir. | 29 |
| 2.7 | Spesifikasi fizikal, kimia dan biologi pemanis Sweta. | 39 |
| 3.1 | Senarai bahan-bahan mentah yang digunakan, sumber dan harga masing-masing dalam penghasilan minuman herba dukung anak. | 44 |
| 3.2 | Senarai bahan kimia dan bahan radas yang digunakan dalam analisis proksimat, fizikokimia dan ujian mikrobiologi. | 45 |
| 3.3 | Formulasi asas minuman herba pegaga. | 48 |
| 3.4 | Formulasi minuman herba dukung anak dengan penggunaan gula. | 49 |
| 3.5 | Formulasi minuman herba dukung anak dengan penggunaan pemanis Sweta. | 49 |
| 3.6 | Formulasi pembuatan minuman herba dukung anak. | 51 |
| 3.7 | Formulasi minuman herba <i>Phyllanthus niruri</i> berperisa. | 53 |
| 4.1 | Nilai min skor ($n=40$) hasil ujian pemeringkatan keenam-enam sesi bagi minuman herba dukung anak yang menggunakan gula dengan pengubahsuaian kandungan ekstrak dukung anak dan gula. | 53 |
| 4.2 | Formulasi-formulasi terpilih daripada ujian pemeringkatan ialah F2, F5, F9, F11, F14 dan F18. | 76 |
| 4.3 | Nilai min skor ($n=40$) hasil ujian hedonik sesi pertama. | 78 |
| 4.4 | Nilai min skor ($n=40$) hasil ujian hedonik sesi kedua. | 85 |
| 4.5 | Formulasi minuman herba dukung anak bagi ujian hedonik sesi ketiga. | 91 |
| 4.6 | Keputusan ujian hedonik sesi ketiga bagi atribut warna, kemanisan, kemasaman, kepahitan, rasa herba, <i>after-taste</i> dan penerimaan keseluruhan. | 92 |

| | | |
|------|---|-----|
| 4.7 | Nilai min (n=3) pH, jumlah pepejal larut dan kandungan asid tertitrat bagi Formulasi 5 dan Formulasi 14. | 99 |
| 4.8 | Min (n=3) keputusan ujian jumlah polifenol bagi Formulasi 5 dan Formulasi 14. | 102 |
| 4.9 | Nilai min (n=3) kandungan lembapan, lemak, protein, serabut kasar, abu dan karbohidrat bagi minuman herba dukung anak Formulasi 5 dan Formulasi 14. | 103 |
| 4.10 | Min (n=3) keputusan ujian jumlah kompaun fenolik bagi Formulasi 5 dan Formulasi 14 selepas 8 minggu simpanan pada suhu bilik ($27 \pm 3^\circ\text{C}$). | 112 |
| 4.11 | Nilai min skor (n=40) ujian perbandingan berganda minuman herba dukung anak dengan pemanis gula (Formulasi 5) bagi atribut warna, kemanisan, kemasaman, kepahitan, rasa herba dan penerimaan keseluruhan sepanjang 8 minggu kajian penyimpanan. | 115 |
| 4.12 | Nilai min skor (n=40) ujian perbandingan berganda minuman herba dukung anak dengan pemanis Sweta (Formulasi 14) bagi atribut warna, kemanisan, kemasaman, kepahitan, rasa herba dan penerimaan keseluruhan sepanjang 8 minggu kajian penyimpanan. | 116 |
| 4.18 | Latar belakang pengguna yang mengambil bahagian dalam soal selidik kajian pengguna secara rawak. | 125 |



SENARAI RAJAH

| No. Rajah | | Halaman |
|-----------|--|---------|
| 2.1 | Pertumbuhan dukung anak di kawasan tanah gambut. | 10 |
| 2.2 | Penunjuk bahagian dukung anak. | 11 |
| 2.3 | Siratan transduksi rasa mamalia. | 28 |
| 2.4 | Struktur kimia sukrosa ($C_{12}H_{22}O_{11}$). | 29 |
| 2.5 | Rupa tumbuhan <i>Stevia rebaudiana</i> . | 31 |
| 2.6 | Struktur steviosida | 32 |
| 2.7 | Struktur steviosida dan kompaun berhubungan. Dalam rebaudiosida D dan E R1 mengandungi $2\beta\text{-glc}-\beta\text{-glc}(2\rightarrow1)$. bagi rebaudiosida A, B, C, D, E dan F dalam kumpulan R2, sebahagian gula tambahan ditambah pada karbon ketiga bagi $\beta\text{-glc}$ pertama. Satu $\beta\text{-glc}$ pada rebaudiosida F digantikan oleh $\beta\text{-xyl}$. | 33 |
| 2.8 | Kesan glukosa, sukrosa, maltodekstrin dan stevia terhadap paras glukosa dalam darah dan rembesan insulin. | 41 |
| 3.1 | Alat ekstraksi Soxhlet yang digunakan untuk penentuan kandungan lemak minuman herba. | 62 |
| 3.2 | Alat penentuan protein yang digunakan untuk menentukan kandungan protein minuman dukung anak | 63 |
| 3.3 | (a) Bahan-bahan organan dibakar sehingga tidak ada wasap putih dibebaskan. (b) Hasil abu putih selepas dibakar dalam redup semalam. | 65 |
| 3.4 | Satu ceper porcelain menutup bikar diletakkan ais untuk tujuan kondensasi. | 66 |
| 3.5 | Borang kajian, sampel produk, pensil dan sagu hati diletakkan di atas dulang. | 70 |
| 4.1 | Perbandingan peratusan bagi tahap kesukaan pengguna terhadap minuman herba | 126 |
| 4.2 | Perbandingan peratusan responden yang pernah dan tidak pernah mendengar atau merasai minuman herba dukung anak. | 127 |
| 4.3 | Perbandingan peratusan bagi tahap kesukaan pengguna ke atas | 128 |



| | | |
|-----|---|-----|
| | minuman kurang gula atau tanpa gula. | |
| 4.4 | Perbandingan peratusan bagi tahap kesukaan pengguna ke atas minuman herba dukung anak dengan pemanis Sweta. | 129 |
| 4.5 | Perbandingan peratusan respon pengguna jika produk minuman herba dukung anak dengan pemanis Sweta dipasarkan. | 130 |



SENARAI SINGKATAN

| | |
|------------------|---|
| AIDS | <i>Acquired Immune Deficiency Syndrome</i> |
| AMP | <i>adenosine monophosphate</i> |
| ANOVA | <i>Analysis of Variance</i> |
| AOAC | <i>Association of Official Analytical Chemists</i> |
| CCl ₄ | karbon tetraklorida |
| DNA | <i>Deoxyribonucleic Acid</i> |
| EC | <i>effective concentration</i> |
| FDA | <i>Food and Drug Administration</i> |
| GAE | <i>Gallic Acid Equavalent</i> |
| HBV | <i>Hepatitis B Virus</i> |
| HIV | <i>human immunodeficiency virus</i> |
| HPLC | <i>High Performance Liquid Chromatography</i> |
| ICMSF | <i>International Commission on Microbiological Specifications for Foods</i> |
| IUPAC | <i>International Union of Pure and Applied Chemistry</i> |
| MARDI | <i>Malaysian Agricultural Research and Development Institute</i> |
| PCA | <i>Plate Count Agar</i> |
| PDA | <i>Potato Dextrose Agar</i> |
| PKU | <i>fenilketonuria</i> |
| RDA | <i>Recommended Dietary Allowance</i> |
| RNA | <i>Ribonucleic Acid</i> |
| Sdn. Bhd. | <i>Sendirian Berhad</i> |
| SPSS | <i>Statistical Package for Social Science</i> |
| TLC | <i>Thin Layer Chromatography</i> |
| USDA | <i>United States Department of Agriculture</i> |
| WHO | <i>World Health Organization</i> |



SENARAI UNIT

| | |
|-----|------------------------------|
| ° | darjah |
| µ | mikro |
| % | peratus |
| C | Celcius |
| cfu | <i>colony forming units</i> |
| cm | sentimeter |
| g | gram |
| kg | kilogram |
| L | liter |
| m³ | meter padu |
| mg | miligram |
| ml | mililiter |
| mm | milimeter |
| n | nano |
| ppm | <i>parts per million</i> |
| RM | Ringgit Malaysia |
| rpm | <i>resolution per minute</i> |



SENARAI SIMBOL DAN SINGKATAN

| | |
|---|-------------------|
| < | kurang daripada |
| > | lebih daripada |
| & | dan |
| ± | lebih atau kurang |
| α | alfa |
| β | beta |

BAB 1

PENDAHULUAN

Minuman botani telah lama wujud dan merupakan salah satu minuman popular dalam masyarakat kita. Minuman botani selalunya diminum untuk kebaikannya terhadap kesihatan dan juga untuk rasanya. Sejajar dengan peningkatan pengetahuan dan kesedaran kesihatan, minuman botani mendapat sambutan yang semakin menggalakkan di seluruh dunia, terutama minuman botani gabungan teh dengan herba lain yang sedia untuk diminum (Hara, 2001).

Kebanyakan minuman botani yang wujud pada hari ini adalah berasal daripada aplikasinya dalam perubatan tradisional. Tumbuhan yang digunakan dalam perubatan tradisional telah menunjukkan kemungkinan mempunyai aktiviti biologi dan perubatan yang lebih besar daripada tumbuhan yang dipilih secara rambang (Farnsworth & Kaas, 1981; Trotter *et al.*, 1983). Oleh itu, sesuatu produk minuman botani mungkin merupakan minuman biasa terhadap golongan pengguna tertentu tetapi mungkin merupakan sesuatu minuman yang baru terhadap golongan pengguna yang lain.

Menurut Peraturan-peraturan Makanan Malaysia 1985, peraturan 356.1 menyatakan bahawa campuran minuman botani hendaklah suatu penyediaan yang dibuat daripada bahagian boleh dimakan atau ekstrak tumbuhan atau herba, dengan atau tanpa bahan pemanis dan makanan lain, dan termasuklah campuran minuman herba. Selain itu, peraturan 356.3 pula sebagai tambahan, menyatakan apabila

campuran minuman botani dalam bentuk sedia diminum, ia hendaklah dianggap sebagai minuman botani, termasuklah teh herba yang diperoleh daripada tumbuhan *Mesona chinesis*, teh bunga dari tumbuhan *Chrysanthemum morifolium* dan minuman herba.

Minuman botani adalah semakin popular di seluruh dunia. Antaranya terdapat beberapa minuman botani yang sangat popular di Malaysia, iaitu tongkat ali (*Eurycoma longifolia*), kacip fatimah (*Labisia pumila*), mengkudu (*Morinda citrifolia*), misai kucing (*Orthosiphon stamineus*), pegaga (*Centella asiatica*), bunga raya (*Hibiscus rosa-sinensis*), lidah buaya (*Aloe vera*) dan halia (*Zingiber officinale*). Banyak minuman botani luar negara juga boleh didapati di pasaran Malaysia, misalnya minuman botani yang dibuat daripada lidah buaya dari negara Jepun.

Secara amnya, minuman botani di pasaran kini boleh didapati dalam dua jenis, iaitu jenis pekat yang perlu dibancuh lagi dengan campuran air, dan jenis yang sedia untuk diminum. Perhatian perlu diberikan terhadap kepekatan minuman botani kerana terdapat peraturan yang mengawal darjah kepekatan penggunaan beberapa herba dalam minuman dan makanan, contohnya tongkat ali (*Eurycoma longifolia*) dan kacip fatimah (*Labisia pumila*). Sekiranya kepekatan melebihi tahap yang ditetapkan, produk tersebut perlulah dikategorikan dalam produk farmaseutikal. Walau bagaimanapun, tiada lagi peraturan di Malaysia yang jelas menyenaraikan semua jenis tumbuhan yang dikira sebagai herba dan kuantiti yang dibenarkan dalam makanan dan minuman.

Phyllanthus niruri atau lebih dikenali sebagai dukung anak di Malaysia merupakan herba asas pembangunan minuman herba dalam kajian ini. Dukung anak merupakan salah satu herba daripada sepuluh herba sasaran yang diberi tumpuan oleh kerajaan Malaysia untuk kajian dan pembangunan produk. Selain Malaysia, banyak produk komersial farmaseutikal yang berdasarkan herba ini telah dibangunkan di negara-negara lain terutamanya di negara China, India dan Amerika Syarikat.

Disebabkan dukung anak merupakan sejenis rumput yang biasa tumbuh di taman atau secara liar di kawasan terbiar (Indu & Ng, 2002; Kapoor, 1990; Muhamad & Mustaffa, 1994; Ahuja, 1965, Dastur, 1962), maka penanaman tumbuhan ini secara besar-basaran di Malaysia setakat ini hanya terdapat di MARDI Kelantan dan dua buah ladang di Tampin dan Tanjung Sepak yang dimiliki oleh sebuah pengilang perubatan swasta (Nova Laboratories Sdn. Bhd.). Dukung anak mempunyai pelbagai fungsi, termasuklah sebagai tumbuhan hiasan, ubat tradisional dan sebagainya.

Dukung anak hanya bermula menarik perhatian seluruh dunia sejak akhir 1980-an apabila aktiviti anti-virul terhadap Hepatitis B terbukti melalui kajian (Zhu, 2005; Ott, Thygarajan & Gupta, 1997; Thygarajan, 1987; Rajeshkumar & Kuttan, 2000; Xin-Hua *et al.*, 2001). Dr. Baruch S. Blumberg, pemenang Anugerah Nobel tahun 1976 dengan penemuan antigen HBV, mendapati bahawa dukung anak berkesan untuk mengubati pembawa hepatitis-B (Thygarajan *et al.*, 1988). Seterusnya, kebanyakan kajian yang dijalankan terhadap dukung anak melibatkan fungsi perubatan dan kesihatan. Dukung anak juga terbukti mengandungi bahan fitokimia berfungsi sebagai pelindung sel daripada tekanan dan pencemaran persekitaran yang serupa dengan bahan fitokimia dalam teh hijau (Jaganath & Ng, 2002). Penyelidikan terhadap tumbuhan ini masih lagi setakat penggunaan dalam perubatan, oleh itu kajian ini akan memberikan tumpuan terhadap pembangunan minuman herba yang lebih kerap diminum oleh masyarakat berbanding ubat dan seterusnya memperkenalkan herba ini.

Gula merupakan bahan yang paling biasa digunakan sebagai pemanis dalam makanan dan minuman harian kita. Satu tin minuman ringan bergas mengandungi lebih kurang tujuh sudu besar gula. Kuantiti gula ini adalah kurang baik terhadap kesihatan. Pengambilan gula yang keterlaluan boleh membawa masalah kesihatan yang serius seperti diabetis melitus dan obesiti yang merupakan penyakit biasa terutamanya di

negara-negara maju dan negara-negara sedang membangun. Disebabkan penggunaan gula dalam minuman akan membawa kesan negatif sebegini, pemanis selain gula digunakan dalam minuman herba kajian ini untuk menghasilkan produk yang lebih menekankan konsep kesihatan.

Bagi tujuan menggantikan gula, kajian ini menggunakan pemanis Sweta, satu pemanis semulajadi yang merupakan ekstrak daun tumbuhan herba *Stevia rebaudiana*. Tumbuhan ini berasal dari Brazil dan Paraguay, tetapi telah berjaya ditanam di Japan, Korea, Taiwan, China dan tempat-tempat lain di dunia ini. Tumbuhan ini merupakan sumber stevioside yang mempunyai kemanisan 100-300 kali lebih daripada sukrosa, tetapi tidak menyumbangkan kalori (Bratman, 1999). Tumbuhan ini tidak terlibat secara langsung dan seluruh, tetapi setakat menggunakan ekstraknya sebagai pemanis yang menggantikan penggunaan gula dalam minuman ini. Dengan ini, minuman ini tidak akan mendatangkan masalah pengambilan gula terlampau dan juga boleh diminum oleh golongan yang menghidap diabetes melitus. *Stevia rebaudiana* juga merupakan sejenis herba yang sangat baik dengan pelbagai penggunaan dalam perubatan dan industri. Tumbuhan ini digunakan secara meluas oleh banyak pengusaha yang berpengetahuan tentangnya sebagai pemanis dalam minuman teh dan produk-produk lain (Bratman, 1999). Antaranya, Jepun merupakan pengguna yang paling besar dan penggunaan herba ini di Korea Selatan turut meningkat dengan pantas (Kinghorn *et al.*, 2001). Banyak kajian yang dijalankan telah menunjukkan bahawa stevia adalah selamat untuk dimakan. Kajian ini menggunakan pemanis Sweta yang merupakan glikosida hasil ekstrak daripada daun herba *Stevia rebaudiana* yang disumbang oleh sebuah kilang swasta, Stevian Biotechnology Corporation Sdn Bhd. Pemanis Sweta ini adalah dalam bentuk serbuk putih yang halus. Disebabkan kuantiti pemanis Sweta dalam setiap unit hidangan adalah terlalu rendah, maka kesan kebaikan terhadap kesihatan susah dikenal

pasti atau dicapai. Oleh itu, pemanis Sweta lebih sesuai dianggap sebagai pemanis mengganti gula biasa yang lebih sihat dan semulajadi.

Memandangkan kekurangan kajian tempatan yang dijalankan untuk membangunkan minuman botani yang diproses daripada *Phyllanthus niruri*, maka kajian ini dilakukan dengan tujuan untuk membangunkan minuman herba daripada dukung anak (*Phyllanthus niruri*) dengan penggunaan pemanis gula atau Sweta. Berdasarkan pengenalan tersebut, objektif kajian ini ialah:

1. Memilih formulasi terbaik minuman herba dukung anak dengan pemanis gula dan sweta berdasarkan ujian penilaian sensori.
2. Menjalankan analisis proksimat dan analisis fizikokimia bagi minuman herba dukung anak.
3. Mengkaji mutu simpanan bagi minuman herba dukung anak.
4. Menilai tahap penerimaan pengguna terhadap produk minuman herba akhir yang dihasilkan dari pelbagai aspek.

RUJUKAN

- Adedapo, A. A., Abatan, M. O., Akinloye, A. K., Idowu, S. O. & Olorunsogo, O. O. 2003. Morphometric and hispathological studies on the effects of some chromatographic fractions of *Phyllanthus amarus* and *Euphorbia hirta* on the male reproductive organs of rats. *Journal of Veterinary Science*. 4(2): 181-185.
- Ahuja, B. S. 1965. *Medicinal Plants of Saharanpur*. Dharmrai Vidyalankar.
- Amerine, M. A. & Rosseler, E. B. 1976. *Wines: Their Sensory Evaluation*. W. H. Freeman and Co. San Francisco.
- Amerine, M. A., Pangborn, R. M. & Rosseler, E. B. 1965. *Principles of sensory evaluation of food*. London: Academic press.
- Aminah, A. 2000. *Prinsip Penilaian Sensori*. Penerbit Universiti Kebangsaan Malaysia.
- AOAC. 2000. *Official Methods Of Analysis*. Washington: Association of Official Analytical Chemists.
- Asha, V. V., Akhila, S., Wills, P. J. & Subramoniam, A. 2004. Further studies on the antihepatotoxic activity of *Phyllanthus maderaspatensis* Linn. *Journal of Ethnopharmacology*. 92: 67-70.
- Bakal, A. I. & Nabors, L. O. 2001. Stevioside. Nabors, L. O. (ed.). *Alternatives Sweeteners*. 3rd edition, revised and expanded. New York: Marcel Dekker, Inc.
- Barker, L. 1982. *The Psychobiology of Human Food Selection*. Westport: AVI Publishing.
- Barnes, J., Anderson, L. A. & Phillipson, D. 2002. *Herbal medicines: a guide for healthcare professionals*. Pharmaceutical Press.
- Bharatiya, V. B. 1992. *Selected Medicinal Plants of India*. Bombay: Tata Press.
- Bigiani, A., Ghiaroni, V. & Fieni, F. 2003. Channels as taste receptors in vertebrates. *Progress in Biophysics & Molecular Biology*. 83: 193-225.
- Bikram, S., Pawan, K. A. & Raghunath, S. T. 1989. An acyclic triterpene from *Phyllanthus niruri*. *Phytochemistry*. 28: 1980-1981.
- Boeckh-Haebisch, E. M. A. 1992. Pharmacological trial of a concentrated crude extract of *Stevia rebaudiana* (Bert) Bertoni in healthy volunteers. *Arg. Biol. Tecol.* 35: 299-314.
- Bondarev, N., Reshetnyak, O. & Nosov, A. 2003. Effects of nutrient medium composition on development of *Stevia rebaudiana* shoots cultivated in the roller bioreactor and their production of steviol glycosides. *Plant Science*. 165: 845-850.
- Bratman, S. 1999. *HERBS: Your Complete Guide*. PRIMA Publishing.

- Calixto, J. B., Santos, A. R. S., Filho, V. C. & Yunes, R. A. 1998. A review of the plants of the genus *Phyllanthus*: Their chemistry, pharmacology, and therapeutic potential. *Medical Research Review*. **18**: 225-258.
- Calvo, C. & Salvado, A. 2000. Use of natural colorants in food gels-influence of composition of gels on their colour and study of their stability during storage. *Food Hydrocolloids*. **14**: 439-443.
- Cândida, A. L. K., Silvestre, A. A., Rehder, V. L. G. & Calixto J. B. 2003. Anti-allodynic and anti-oedematogenic properties of extract and lignans from *Phyllanthus amarus* in models of persistent inflammatory and neuropathic pain. *European Journal of Pharmacology*. **478**: 145-153.
- Ceirwyn, J. 1996. *Analytical Chemistry of Foods*. London: Blackie Academic & Professional.
- Chan, P., Xu, D. Y., Liu, J. C., Chen, Y. J., Tomlinson, B., Huang, W. P. & Cheng, J. T. 1998. The effect of stevioside on blood pressure and plasma catecholamines in spontaneously hypertensive rats. *Life Sciences*. **63**(19): 1679-1684.
- Chen, A. O., Tsai, Y. S. & Chiu, W. T. F. 1993. The shelf-life of the tea. Charalambous, G. (ed.). *Shelf Life Studies of Foods and Beverages: Chemical, Biological, Physical and Nutritional Aspects*. Amsterdam: Elsevier Science Publisher.
- Compadre, C. M., Hussain, R. A., Nanayakkara, N. P. D., Pezzuto, J. M. & Kinghorn, A. D. 1988. Mass spectral analysis of some derivatives and in vitro metabolites of steviol, the aglycone of the natural sweeteners, stevioside, rebaudioside A and rubusoside. *Biomedical Environment Mass Spectrometry*. **15**: 211-222.
- Cooper, H. 2001. *Mother Estelle's Easy Homemade Candy Cookbook*. London: Athenean Press.
- Dastur, J. F. 1962. *Medicinal plants of India and Pakistan*. D.B. Taraporevala sons & Co. Ltd.
- Drewnowski, A., Henderson, S. A. & Barratt-Fornell, A. 2001. Genetic taste markers and food preferences. *Drug Metabolism Disposition*. **29**: 535-538.
- Duh, P. 1999. Antioxidant activity of water extract of four Harng Jyur (*Chrysanthemum morifolium* Ramat.) varieties in soybean oil emulsion. *Food Chemistry*. **66**: 471-476.
- Dwivedi, B. K. 1978. *Low Calorie and Special Dietary Food*. CRS Press, Inc.
- Eggers, S. C., Acree, T. E. & Shallenberger, R. S. 2000. Sweetness chemoreception theory and sweetness transduction. *Food Chemistry*. **68**: 45-49.
- Ellis, M. J. 1994. The methodology of shelf life evaluation. Man, C. M. D. & Jones, A. A. (ed.). *Shelf Life Evaluation on Food*. London: Chapman & Hall.
- Engel, E., Baty, C., LeCorre, D., Souchon, I. & Martin, N. 2002. Flavor-active compounds potentially implicated in cooked cauliflower acceptance. *Journal Agriculture Food Chemistry*. **50**: 6459-6467.

- Farnsworth, N. R. dan Kaas, C. J. 1981. An approach utilizing information from traditional medicine to identify tumor inhibiting plants. *Journal of Ethopharmacology*. 3: 85-99.
- Fennema, O. R. 1985. *Food Chemistry*, Vol. 1. New York: Marcel Dekker Inc.
- Ferrer, M., Cristófol, C., Sánchez-Lamar, A., Fuentes, J. L., Barbé, J. & Llagostera, M. 2004. Modulation of rat and human cytochromes P450 involved in PhIP and 4-ABP activation by an aqueous extract of *Phyllanthus orbicularis*. *Journal of Ethnopharmacology*. 90: 273-277.
- Fox, B. A. & Cameron, A. G. 1972. *Food Science- A Chemical Approach*. Great Britain: University of London Press Ltd.
- Garrett, K., Hill, D., Johnson, J., Keller, L., Gardiner, K., Millman, C., Valentine, J. & West, J. 2000. *The Doctors Book of Herbal Home Remedies*. Rodale, Inc.
- Gertsch, J., Niomawë, Gertsch-Roost, K. & Sticher, O. 2004. *Phyllanthus piscatorum*, ethnopharmacological studies on a women's medicinal plant of the Yanomami Amerindians. *Journal of Ethnopharmacology*. 91: 181-188.
- Geuns, J. M. C. 2003. Stevioside. *Phytochemistry*. 64: 913-921.
- Geuns, J. M. C., Malheiros, R. D., Moraes, V. M. B., Decuypere, E. M. P., Compernolle, F. & Buyse, J. G. 2003. Metabolism of stevioside by chickens. *Journal Agriculture Food Chemistry*. 51: 1095-1101.
- Glendinning, J. I. 1994. Is the bitter rejection response always adaptive? *Physiological Behaviour*. 56: 1217-1227.
- Goh, S. H., Chua, H. H., Mok, J. S. L. & Soepadmo, E. 1995. *Malaysian Medical Plants for the Treatment of Cardiovascular Diseases*. Malaysia: Pelanduk Publications Sdn. Bhd.
- Gowrishankar, B. & Vivekanandan, O. S. 1994. *In vivo* studies of a crude extract of *Phyllanthus niruri* L. in modifying the genotoxicity induced in *Vicia faba* L. by tannery effluents. *Mutations Res.* 322: 185-192.
- Gregersen, S., Jeppesen, P. B., Holst, J. J. & Hermansen, K. 2004. Antihyperglycemic effects of stevioside in type 2 diabetic subjects. *Metabolism*. 53(1): 73-76.
- Hara, Y. 2001. *Green Tea: Health Benefits and Applications*. Marcel Dekker, Inc.
- Harish, R. & Shivanandappa, T. 2006. Antioxidant activity and hepatoprotective potential of *Phyllanthus niruri*. *Food Chemistry*. 95: 180-185.
- Houghton, P. J., Woldemariam, T. Z., O'Shea, S. & Thyagarajan, S. P. 1996. Two securinega-type alkaloids from *Phyllanthus amarus*. *Phytochemistry*. 43: 715-717.
- Huang, S. T., Yang, R. C., Yee, L. J., Liang, P. N. & Siaw, J. H. 2003. *Phyllanthus urinaria* triggers the apoptosis and Bcl-2 down-regulation in Lewis lung carcinoma cells. *Life Sciences*. 72 : 1705-1716.
- ICMSF. 1986. *International Commission on Microbiological Specifications for Foods*.

- Ishimaru, K., Yoshimatsu, K., Yamakawa, T., Kamada, H. & Shimomura, K. 1992. Phenolic constituents in tissue cultures of *Phyllanthus niruri*. *Phytochemistry*. **31**: 2015-2018.
- Jaganath, I. B. & Ng L. T. 2002. *Herbs: The Green Pharmacy of Malaysia*. Vinpress Sdn Bhd.
- James, E. R. & Tyler, E. V. 2002. *Tyler's Herbs of Choice: The Therapeutic Use of Phytomedicinals*. CBS Publishers & Distributors.
- Jaros, D., Rohm, H. & Strobl, M. 2000. Appearance properties: A significant contribution to sensory food quality? *Lebensm. Wiss. Technol.* **33**: 320-326.
- Jassim, S. A. A. & Naji, M. A. 2003. Novel antiviral agents: a medicinal plant perspective. *Journal of Applied Microbiology*. **95**: 412-427.
- Jay, J. M. 2000. *Modern Food Microbiology*. (6th edition). An Aspen Publication.
- Jeppesen, P. B., Gregersen, S., Rolfsen, S. E. D., Jepsen, M., Colombo, M., Agger, A., Xiao, J., Kruhøffer, M., Ørntoft, T. & Hermansen, K. 2003. Antihyperglycemic and blood pressure-reducing effects of stevioside in the diabetic Goto-Kakizaki rat. *Metabolism*. **52**: 372-378.
- Jeppesen, P. B., Gregerson, S., Alstrup, K. K. & Hermansen, K. 2002. Stevioside induces antihyperglycaemic, insulinotropic and glucanostatic effects *in vivo*: studies in the diabetic Goto-Kakizaki (GK) rats. *Phytomedicine*. **9**: 9-14.
- Kapoor, L. D. 1990. *Handbook of Ayurvedic Medicinal Plants*. CRC Press, Inc.
- Kerzicnik, L., Stendell, M., McMuny, M. & Hagan, D. 1998. Food characteristics of recipes using stevia sweetener - A proposed herbal sugar substitute. *Journal of the American Dietetic Association*. **99**: 29-32.
- Khanna, A. K., Rizvi, F. & Chander, R. 2002. Lipid lowering activity of *Phyllanthus niruri* in hyperlipemic rats. *Journal of Ethnopharmacology*. **82**: 19-22.
- Kiemer, A. K., Hartung, T., Huber, C. & Vollmar, A. M. 2003. *Phyllanthus amarus* has anti-inflammatory potential by inhibition of iNOS, COX-2 and cytokines via the NF-κB pathway. *Journal of Hepatology*. **38**: 289-297.
- Kim, K. K., Yamashita, H., Sawa Y. & Shibata, H. 1996. A high activity of 3-hydroxy-3-methylglutaryl Coenzyme A Reductase in chloroplasts of *Stevia rebaudiana* Bertoni. *Bioscience Biotechnology Biochemistry*. **60**: 685-686.
- King, B. M., Arents, P. & Duineveld, C. A. A. 2003. A comparison of aspartame and sucrose with respect to carryover effects in yogurt. *Food Quality and Preference*. **14**: 75-81.
- Kinghorn, A. D., Wu, C. D. & Soejarto, D. D. 2000. Stevioside. Nabors, L. O. (ed.). *Alternatives Sweeteners*. 2nd edition. New York: Marcel Dekker, Inc.
- Koyama, E., Kitazawa, K., Ohori, Y., Izawa, O., Kakegawa, K., Fujino, A. & Ui, M. 2003. In vitro metabolism of the glycosidic sweeteners, stevia mixture and enzymatically modified stevia in human intestinal microflora. *Food and Chemical Toxicology*. **41**: 359-374.

- Lähteenmäki, L. & Tuorila, H. 1997. Item-by-use appropriateness of drinks varying in sweetener and fat content. *Food Quality and Preference*. **8**: 85-90.
- Lai, S. T. 2005. Sweta: A New Generation of Natural Sweeteners. Malaysia: Stevian Biotechnology Corporation Sdn. Bhd.
- Lailerd, N., Saengsirisuwan, Sloniger, J. A., Toskulkao, C., Henriksen, E. J. 2004. Effects of stevioside on glucose transport activity in insulin-sensitive and insulin resistant rat skeletal muscle. *Metabolism*. **53**(1):101-107.
- Lanier, S. A., Hayes, J. E. & Duffy, V. B. 2005. Sweet and bitter tastes of alcoholic beverages mediate alcohol intake in undergraduates. *Physiology and Behavior*. **83**: 821-831.
- Lawless H. T. 1979. Evidence for neural inhibition in bittersweet taste mixtures. *Journal Composition Physiology Psychology*. **93**: 538-547.
- Lawless, H. T. & Hewmann, H. 1998. *Sensory Evaluation of Food*. New York: Chapman Hall.
- Lee, C. D., Thyagarajan, S. P., Shafritz, D. A., Burk, R. D. & Gupta, S. 1996. *Phyllanthus amarus* down-regulates hepatitis B virus mRNA transcription and replication. *European Journal of Clinical Investigation*. **26**: 1069-1076.
- Lee, R. & Balick, M. J. 2002. Without sugar, would the holidays be as sweet? Exploring ethnobotanical alternatives to sucrose. *Alternative Therapies in Health and Medicine*. **8**: 98-99.
- Levy, C. M. & Koster, E. P. 1999. The relevance of initial hedonic judgement in the prediction of subtle food choices. *Journal of Food Quality and Preference*. **10**: 185-200.
- Lim, X. L., Bo, C. J., Xiao, E. Y., Shen, R. M., Wong, Y. M., Song, H. D. & Huang, Z. Y. 1992. Chronic oral toxicity and carcinogenicity study of stevioside in rats. *Food Chem. Toxicol.* **30**: 957-965.
- Lin, J. Y. & Tang, C. Y. 2006. Determination of total phenolic and flavonoid contents in selected fruits and vegetables, as well as their stimulatory effects on mouse splenocyte proliferation. *Food Chemistry. Article in press*.
- Linden, G. & Lorient, D. 2000. *New Ingredients in Food Processing Biochemistry and Agriculture*. Woodhead Publishing Limited.
- Liu, J., Lin, H. & McIntosh, H. 2001. Genus *Phyllanthus* for chronic hepatitis B virus infection: a systematic review. *Journal of Viral Hepatitis*. **8**: 358-362.
- Loureiro, V. & Querol, A. 1999. The prevalence and control of spoilage yeasts in foods and beverages. *Trends in Food Science & Technology*. **10**: 356-365.
- Lyy, M., Roininen, K., Honkapää, K., Poutanen, K. & Lähteenmäki, L. 2006. Factors influencing consumers' willingness to use beverages and ready-to-eat frozen soups containing β-glucan in Finland, France and Sweden. *Food Quality and Preference. Article in press*.
- Maga, J. A. 1974. Influence of colour on taste threshold. *Chemistry Sense Flavor*. **1**: 115-119.

- Maisuthisakul, P., Suttajit, M., Pongsawatmanit, R. 2006. Assessment of phenolic content and free radical-scavenging capacity of some Thai indigenous plants. *Food Chemistry. Article in press.*
- Marble, M. 1996. HIV infections-genetic aspect of *Phyllanthus*. *AIDS Weekly Plus*.
- MARDI. 2005. *Pusat Teknologi Makanan MARDI*, Serdang. Malaysia.
- Martin, N. 2002. Sweet/sour balance in champagne wine and dependence on taste/odour interactions. *Food Quality and Preference*. **13**: 295-305.
- Mathlouhi, M. & Reiser, P. 1995. *Sucrose: Properties and Applications*. Great Britian: Chapman & Hall.
- Matsui, M., Sofuni, T. & Nohmi, T. 1996. Regionally-targeted mutagenesis by metabolically-activated steviol: DNA sequence analysis of steviol-induced mutants of guanine phosphoribosyltransferase (gpt) gene of *Salmonella typhimurium* TM677. *Mutagenesis*. **11**: 565-572.
- Mcbride, R. L. & Finlay, D. C. 1989. Perception of taste mixtures by experienced and novice assessors. *Journal of Sensory Studies*. **3**: 237-248.
- Meda, A., Lamien, C. E., Romito, M., Millogo, J. & Nacoulma, O. G. 2005. Determination of the total phenolic, flavonoid and proline contents in Burkina Fasan honey, as well as their radical scavenging activity. *Food Chemistry*. **91**: 571-577.
- Meilgaard, M., Civille, G. V. & Carr, B. T. 1999. *Sensory Evaluation Techniques*. (3rd edition). New York: CRC Press.
- Melis, M. S. & Sainati, A. R. 1991. Effect of calcium and verapamil on renal function of rats during treatment with stevioside. *Journal of Ethnopharmacology*. **33**: 257-262.
- Miller, L. G. & Murray, W. J. 1998. *Herbal Medicinals: A Clinician's Guide*. London: Pharmaceutical Product Press.
- Muhamad bin Zakaria & Mustafa Ali Mohd. 1994. *Traditional Malay Medicinal Plants*. Fajar Bakti Sdn Bhd.
- Musa Yaakob, Zaharah, A. & Wan Zaki Wan M. 2005. Dukung anak. Musa Yaakob (ed.). *Buku Herba: Penanaman Tumbuhan Ubatan dan Beraroma*. Kuala Lumpur: Institut Penyelidikan dan Kemajuan Pertanian. 22-30
- Naczk, M. & Shahidi, F. 2004. Review of extraction and analysis of phenolics in food. *Journal of Chromatography A*. **1054**: 95-111.
- Nahon, D. F., Roozen, J. P. & Graaf, C. D. 1996. Sweetness flavour interactions in soft drinks. *Food Chemistry*. **56**: 283-289.
- Notka, F., Meier, G. R. & Wagner, R. 2003. Inhibition of wild-type human immunodeficiency virus and reverse transcriptase inhibitor-resistant variants by *Phyllanthus amarus*. *Antiviral Research*. **58**: 175-186.
- Ogata, T., Higuchi, H. & Mochida, S. 1992. HIV-I reverse transcriptase inhibitor from *Phyllanthus niruri*. *AIDS Res. Human Retrovir*. **11**: 1937-1944.

- Omar, I., Darah, I. & Baharuddin, S. 1996. *Mikrobiologi Makanan*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Ott, M., Thyagarajan, S. P. & Gupta, S. 1997. *Phyllanthus niruri* suppresses hepatitis B virus by interrupting interactions between HBV enhancer I and cellular transcription factors. *European Journal of Clinical Investigations*. **27**: 908-915.
- Owen, R. F. 1985. *Foods Chemistry*. (2nd edition). New York: Marcel Dekker, Inc.
- Padma, P. & Setty, O. H. 1999. Protective effect of *Phyllanthus fraternus* against carbon tetrachloride-induced mitochondrial dysfunction. *Life Science*. **64**: 2411-2417.
- Pennington, T. J. A. 1999. *The Essential Guide to Nutritious and the Foods We Eat: Everything You Need to Know About The Foods You Eat*. United States: American Dietitian Association.
- Perry, L. M. 1980. *Medicinal Plants of East and Southeast Asia: Attributed Properties and Uses*. The Massachusetts Institute of Technology.
- Peryam, D. & Pilgrim, F. 1957. Hedonic scale method of measuring food preferences. *Journal of Food Technology*. **11**: 9-14.
- Pomeranz, Y. & Meloan, C. E. 1994. *Food Analysis: Theory and Practice*. (3rd edition). New York: Chapman & Hall.
- Queneau, Y., Fitremann, J. & Trombotto, S. 2004. The chemistry of unprotected sucrose: the selectivity issue. *Comptes Rendus Chimie*. **7**(2): 177-188.
- Rajeshkumar, N. V. & Kuttan, R. 2000. *Phyllanthus amarus* extract administration increases the life span of rats with hepatocellular carcinoma. *Journal of Ethnopharmacology*. **73**: 215-219.
- Rajeshkumar, N. V., Joy, K. L., Girija, K., Ramsewak, R. S., Nair, M. G., & Ramadasan, K. 2002. Antitumour and anticarcinogenic activity of *Phyllanthus amarus* extract. *Journal of Ethnopharmacology*. **81**: 17-22.
- Rogayah Hussin, Nurina Anuar & Samsinar Wales Nasiruddin. 1989. *Analisis Deria untuk Makanan*. Selangor: Dewan Bahasa dan Pustaka. Diterjemahkan dari "Sensory Analysis of Food". Piggott, J. R. 1984.
- Sadler, G. D. & Murphy, P. A. 1994. pH and titratable acidity. Nielsen, S. S. (ed.). *Introduction to the Analysis of Food*. London: Jones & Berlett Publication, Inc.
- Sadler, G. D. & Murphy, P. A. 1994. pH and titratable acidity. Nielsen, S. S. (ed.). *Introduction to the Analysis of Food*. London: Jones & Berlett Publication, Inc.
- Sami, P. S., Toma, R. B., Nelson, D. B. & Frank, G. C. 1997. Effects of debittering on grapefruit juice acceptance. *International Journal Food Science Nutrition*. **48**: 237-242.
- Schifferstein, H. N. J. & Frijters, J. E. R. 1991. The effectiveness of different sweetness in suppressing citric acid sourness. *Chemical Senses*. **49**: 1-9.
- Schonhof, I., Krumbein, A. & Bruckner, B. 2004. Genotypic effects on glucosinolates and sensory properties of broccoli and cauliflower. *Nahrung*. **48**: 25-33.

- Seuss, I. 1993. The nutritional importance of animal fatty tissue. *Fleischwirtschaft*. **73**: 751-754.
- Shyamasundar, K. V. 1985. Effects of an extracts from *Phyllanthus niruri* herbs. *Journal of Ethnopharmacology*. **14**: 41-44.
- Singh, P. R. 1994. Scientific principle of shelf life evaluation. Man, C. M. D. & Jones, A. A. (ed.). *Shelf Life Evaluation on Food*. London: Chapman & Hall.
- Sinha, A. & Bawa, K. S. 2002. Harvesting techniques, hemiparasites and fruit production in two non-timber forest tree species in south India. *Forest Ecology and Management*. **168**: 289-300.
- Siri, V. R. A. 1973. *Drugs and Foods From Little-Known Plants*. Massachusetts: Harvard University Press Cambridge.
- Soepadmo, E., Goh, S. H., Wong, W. H., Laily, B. D. & Chuah, C. H. 1988. *Perubatan Tradisi Malaysia*. Kuala Lumpur: Institut Pengajian Tinggi Universiti Malaya.
- Soleha, I. 1995. *Pengawetan Makanan Secara Pengeringan*. Kulala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Souza, T. P. D., Holzschuh, M. H., Lionco, M. I., Ortega, G. G. & Petrovick, P. R. 2002. Validation of a LC method for the analysis of phenolic compounds from aqueous extract of *Phyllanthus niruri* aerial parts. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*. **30**: 351-356.
- Stein, L. J., Nagai, H., Nagakawa, M. & Beauchamp, G. K. 2003. Effects of repeated exposure and health-related information on hedonic evaluation and acceptance of a bitter beverage. *Appetite*. **40**: 119-129.
- Steiner, J. E., Glaser, D., Hawilo, M. E. & Berridge, K. C. 2001. Comparative expression of hedonic impact: affective reactions to taste by human infants and other primates. *Neuroscience Biobehavior Review*. **25**: 53-74.
- Swisher, H. E. & Swisher, L. H. 1967. *Food Processing Operation*. (2nd edition). Westport: AVI Publishing.
- Takashi, K., Matsuda, M., Ohashi, K., Taniguchi, K., Nakagomi, O., Abe, Y., Mori, S., Sato, N., Okutani, K. & Shigeta, S. 2001. Analysis of anti-rotavirus activity of extract from *Stevia rebaudiana*. *Antiviral Research*. **49**: 15-24.
- Taylor, L. 1998. *Herbal Secrets Of The Rainforest: The Healing Power of Over 50 Medicinal Plants You Should Know About*. Prima communications, Inc.
- Taylor, L. 2003. *Technical Data Report for Chanca Piedra "Stone Breaker" (Phyllanthus niruri)*. Austin: Saga Press, Inc.
- Tee, E. S., Mohd. Ismail Noor, Mohd. Nasir Azudin & Khatijah Idris. 1997. *Komposisi Zat Dalam Makanan Malaysia*, 4th edition. Institute for Medical Research.
- Terai, T., Ren, H., Mori, G., Yamaguchi, Y. & Hayashi, T. 2002. Mutagenicity of steviol and its oxidative derivatives in *Salmonella typhimurium* TM677. *Chemistry Pharmaceutical Bulletin*. **50**: 1007-1010.

- Thyagarajan, S. P., Subramanian, S., Thirunalasundari, T., Venkateswaran, P. S. & Blumberg B. S. 1988. Effect of *Phyllanthus niruri* on chronic carriers of hepatitis B virus. *Lancet.* **8614**: 764-766
- Thygarajan, S. P. 1982. Studies showing beneficial effect in relation to supplementation with extract of *Phyllanthus niruri* and hepatitis B. *Indian Journal of Medical Research.* **74**: 174.
- Thygarajan, S. P. 1987. Effects of an extracts from *Phyllanthus niruri* n hepatitis B and wodchuck hepatitis virus: in vitro and in vivo studies. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA.* **84**: 274-288.
- Tolia, E., Fouyas, I. P., Kelly, P. A. T. & Whittle, I. R. 2005. The blood-brain barrier in diabetes mellitus : A critical review of clinical and experimental findings. *International Congress Series.* **1277**: 244-256.
- Tormod, N. S. & Eikrem, R. S. 2004. Creative design for conducting experimental design in food production. *Food Quality and Preference.* **45**: 499-506.
- Toyoda, K., Matsui, H., Shoda, T., Uneyama, C., Takada, K., & Takahashi, M. 1997. Assessment of the Carcinogenicity of Stevioside in F344 Rats. *Food Chemistry Toxicology.* **35**: 597-603.
- Trotter, R. T., Logan, M. H., Rocha, J. M. & Boneta, J. L. 1983. Ethnography and bioassay: combined methods for a preliminary screen of home remedies for potential pharmacological activity. *Journal of Ethnopharmacology.* **8**: 113-119.
- Tucker, A. O. & Maciarello, M. J. 1993. *Shelf Life Studies of Foods and Beverages Chemical, Biological, Physical and Nutritional Aspects.* Elsevier Science Publishers.
- Turkmen, N., Sari, F. & Velioglu, Y. S. 2006. Effects of extraction solvents on concentration and antioxidant activity of black mate tea polyphenols determined by ferrous tartrate and Folin-Ciocalteu methods. *Food Chemistry.* Article in press.
- Unander, D. W., Webster, G. L. & Blumberg, B. S. 1990. Records of usage or assays in *Phyllanthus* (Euphorbiaceae) I. Sugenera *Isocladus*, *Kirganelia*, *Cicca* and *Emblica*. *Journal of Ethnopharmacology.* **30**: 233-264.
- Unander, D. W., Webster, G. L. & Blumberg, B. S. 1991. Uses and bioassays in *Phyllanthus* (Euphorbiaceae): a compilation II. The subgenus *Phyllanthus*. *Journal of Ethnopharmacology.* **34**: 97-133.
- Unwin, N & Marlin, A. 2004. Diabetes action now: WHO and IDF working together to raise awareness worldwide. *Diabetes Voice.* **49**(2): 27-31
- USDA. 2001. How to make hard candies, caramel, fudge and toffees at home. *Home & Garden Bulletin.* No:117. Washington.
- USDA. 2005. Tea, instant, sweetened with sodium saccharin, lemon-flavored, prepared. *National Nutrient Database for Standard Reference.* NDB No: 14376.
- USDA. 2005. Tea, ready-to-drink, NESTLE, COOL NESTEA ice tea lemon flavor. *National Nutrient Database for Standard Reference.* NDB No: 14137.

- Vaclarik, V. A. 1998. *Essential of Food Science*. New York: Chapman & Hall.
- Walker, S. J. 1994. The principles and practice of shelf life prediction for microorganisms. Man, C. M. D. & Jones, A. A. (ed.). *Shelf Life evaluation on Food*. London: Chapman & Hall.
- Wang, B. E. 2000. Management of chronic hepatitis B: Treatment of chronic liver diseases with traditional Chinese medicine. *Journal of Gastroenterology and Hepatology*. **15**: 67-70.
- Wang, M. X., Guo, X. B., Foo, L. C., Ho, S. L & Liau, C. H. 1995. Herbs of the genus *Phyllanthus* in the treatment of chronic Hepatitis B: Observation with three preparations from different geographic sites. *Journal Laboratories Clinical Medline*. **126**(4): 350-352.
- Wang, S. Y. & Lin, H. S. 2000. Antioxidant activity in fruits and leaves of blackberry, raspberry and strawberry varies with cultivar and development stage. *Journal of Agriculture Food Chemistry*. **48**: 140-146.
- Wang, X. H., Li, C. Q., Guo, X. B. & Foo, L. C. 2001. A comparative study of *phyllanthus niruri* compound and interferon in the treatment of chronic viral hepatitis B. *The Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health*. **32**: 140-142.
- Wardlaw, G. M. 2004. *Contemporary Nutrition*. (6th edition). United States: McGraw-Hill Company.
- WHO Food Additives. 1999. Series 42: Safety evaluation of certain food additives "Stevioside".
- Wiart, C. 2002. *Medicinal Plants of Southeast Asia*. (2nd edition). Malaysia: Prentice Hall Pearson Sdn. Bhd.
- William, R. H. & Sidney, J. S. 1998. *Hepatic Effects of Herbal Remedies*. London: Pharmaceutical Products Press.
- Yamada, A., Ohgaki, S., Noda, T. & Shimizu, M. 1985. Chronic toxicity of dietary Stevia Extracts. *Journal Food Hygiene Society Japan*. **26**: 169-183.
- Yamamoto, H. A. & Sighara, N. 1987. Blood ammonia levels and hepatic encephalopathy induced by CCL4 in rats. *Toxicol. Appl. Pharmacol.* **91**: 461-468.
- Yamanishi, T., Kobayashi, A., Kubota, K., Kihara, N. & Ikegami, M. 1986. Changes in aroma components of various teas during storage. Charalambous, G. (ed.). *The Shelf Life of Foods and Beverages, Proceedings of The 4th International Flavour Conference, Rhodes, Greece*. Asterdam: Elsevier Science Publisher.
- Ye, F., Shen, Z. & Xie, M. 2002. Alpha-glucosidase inhibition from a Chinese medical herbs in normal and diabetic rats and mice. *Phytomedicine*. **9**: 161-166.
- Zhang, S. Q., Kumar, A. & Kutowy, O. 2000. Membrane-based separation scheme for processing sweeteners from stevia leaves. *Food Research International*. **33**: 617-620.

- Zheng, W. & Wang, S. Y. 2001. Antioxidant activity and phenolic compounds in selected herbs. *Journal of Agriculture Food Chemistry*. **49**: 5165-5170.
- Zhu, Y. P. 2005. *Effects of Phyllanthus niruri on hepatitis B virus treatment*. China: Medical School of Beijing University.

