

UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS

TITUL: AKTIVITI ANTIOKSIDA DI DALAM DAUN TEH CAMERON HIGHLANDS

IJAZAH: IJAZAH SARJANA MUDA SAINS MAKANAN DENGAN KEPUSIAHAN (TEKNOLOGI MAKANAN DAN BIOPROSES)

SESI PENGAJIAN: 2005 - 2009

NAMA: NURUL AINA BT. AHMAD HUSIN

(HURUF BESAR)

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

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

☐

SULIT

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

☐

TERHAD

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

☒

TIDAK TERHAD

Disahkan oleh

(TANDATANGAN PENULIS)

(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

Alamat Tetap: 22A, LOT 76869

KG. PEKAN LAMA, TG. RAMBUTAN

32050 PERAK

PN. NOR GHAIKUL IZZREEN BT. MOHD NOOR

Nama Penyelia

Tarikh: 20 MEI 2009

Tarikh: 20 MEI 2009

CATATAN: * Potong yang tidak berkenaan.

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

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



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

**AKTIVITI ANTIOKSIDA DI DALAM
DAUN TEH CAMERON HIGHLANDS**

NURUL AINA BT AHMAD HUSIN

PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

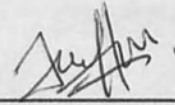
**DISERTASI INI DIKEMUKAKAN UNTUK MEMENUHI
SEBAHAGIAN DARIPADA SYARAT MEMPEROLEHI
SARJANA MUDA SAINS MAKANAN DENGAN
KEPUJIAN
(TEKNOLOGI MAKANAN DAN BIOPROSES)**

**SEKOLAH SAINS MAKANAN DAN PEMAKANAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH
2009**

PENGAKUAN PELAJAR

Saya mengakui bahawa kajian ini adalah hasil usaha saya sendiri. Namun begitu, terdapat beberapa nukilan, pendapat dan idea penyelidik dahulu telah saya gunakan yang mana setiap satunya telah dinyatakan sumbernya.

11 Mei 2009

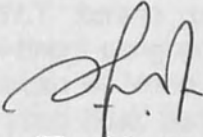


Nurul Aina Bt Ahmad Husin
HN2005 - 2266

PENGESAHAN

1. PENYELIA

(Puan Nor Qhairul Izzreen Bt. Mohd Noor)



(Tandatangan)

2. PEMERIKSA

(Dr. Patricia Matanjun)



(Tandatangan)

3. PEMERIKSA

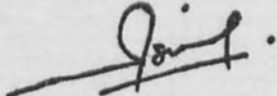
(Cik Ho Ai Ling)



(Tandatangan)

4. DEKAN

(Prof. Madya Dr. Mohd Ismail B. Abdullah)



(Tandatangan)

PENGHARGAAN

Syukur Alhamdulillah saya panjatkan ke hadrat Allah S.W.T kerana projek penyelidikan ini berjaya dilaksanakan dengan jayanya. Setinggi-tinggi penghargaan saya ucapkan kepada penyelia saya iaitu Puan Nor Qhairul Izzreen Bt Mohd Noor yang telah memberikan tunjuk ajar, kerjasama dan dorongan yang tidak berbelah bagi sepanjang tempoh penyelidikan ini dijalankan.

Tidak lupa juga sekalung ucapan terima kasih kepada pihak Stesen MARDI Cameron Highlands yang telah memberikan kerjasama kepada saya, terutamanya Pengurus Stesen dan staf-staf Stesen MARDI yang banyak membantu dan memberikan panduan dalam penyelidikan ini. Jutaan terima kasih juga diucapkan kepada rakan-rakan seperjuangan saya di Sekolah Sains Makanan dan Pemakanan kerana banyak membantu, memberi semangat serta tunjuk ajar.

Sekalung budi dan penghargaan buat keluarga, pensyarah-pensyarah lain serta sahabat handai daripada universiti yang lain yang sudi memberikan sokongan dan dorongan sama ada dalam bentuk fizikal mahupun material. Semoga hasil kajian ini memberikan manfaat yang berguna kepada semua pihak dalam usaha mempertingkatkan akademik dan pengetahuan.

Sekian, terima kasih.

ABSTRAK

Kajian ini bertujuan untuk mengkaji aktiviti antioksidasi di dalam daun teh Cameron Highlands daripada spesies *Camellia sinensis* var. *Assamica* yang diambil dari Ladang Teh MARDI. Sampel terdiri daripada daun pucuk (dua daun pertama), pertengahan (daun ketiga hingga ke lima) dan tua (daun ke enam hingga ke lapan). Daun kemudiannya diekstrak dengan metanol dan air panas. Ujian TPC, TFC, DPPH, ABTS dan FRAP telah dijalankan. Berdasarkan ujian-ujian ini, keberkesanan pengekstrakan metanol dan air panas telah dikaji. Berdasarkan ujian TPC, sampel pucuk metanol dan air panas menunjukkan nilai tertinggi iaitu 193.46 ± 42.61 GAE(mg/L) dan 192.85 ± 30.07 GAE(mg/L), manakala sampel tua kedua-dua pengekstrakan menunjukkan nilai paling rendah iaitu 121.64 ± 22.73 GAE(mg/L) dan 97.70 ± 10.22 GAE(mg/L). Bagi ujian TFC, sampel pucuk metanol dan air panas menunjukkan nilai tertinggi iaitu 897.79 ± 45.82 QE(μ g/ml) dan 609.00 ± 15.86 QE(μ g/ml) manakala sampel tua kedua-dua pengekstrakan menunjukkan nilai paling rendah iaitu 455.43 ± 6.11 QE(μ g/ml) dan 312.00 ± 3.75 QE(μ g/ml). Bagi ujian DPPH, sampel pucuk metanol dan air panas menunjukkan kesan perencatan paling tinggi iaitu $94.25 \pm 0.50\%$ dan $89.33 \pm 0.49\%$ manakala sampel tua kedua-dua pengekstrakan menunjukkan kesan paling rendah iaitu $71.74 \pm 0.79\%$ dan $84.10 \pm 0.35\%$. Sampel pucuk metanol dan air panas menunjukkan kesan perencatan paling tinggi bagi ujian ABTS, iaitu $90.33 \pm 10.05\%$ dan $70.19 \pm 16.18\%$ dan sampel tua kedua-dua pengekstrakan menunjukkan kesan perencatan paling rendah iaitu $40.42 \pm 10.26\%$ dan $40.42 \pm 10.26\%$. Bagi ujian FRAP, sampel pucuk metanol dan air panas menunjukkan kuasa penurunan paling tinggi iaitu 493.30 ± 22.34 Fe(II)(μ M/ml) dan 440.30 ± 14.42 Fe(II)(μ M/ml) manakala sampel tua kedua-dua pengekstrakan menunjukkan nilai paling rendah iaitu 139.97 ± 2.52 Fe(II)(μ M/ml) dan 128.97 ± 8.50 Fe(II)(μ M/ml). Secara keseluruhannya, sampel pucuk dan tua metanol dan air panas masing-masing menunjukkan aktiviti antioksidasi tertinggi dan paling rendah. Didapati juga bahawa pengekstrakan metanol adalah lebih berkesan berbanding air panas.

ABSTRACT

THE ANTIOXIDANT ACTIVITY OF CAMERON HIGHLANDS' TEA LEAVES

The purpose of this study was to examine the antioxidant activity of Cameron Highlands' tea leaves of *Camellia sinensis* var. *Assamica* which was taken from MARDI Tea Plantation. Samples consisted of shoot (first two leaves), intermediate (third to fifth leaves) and old leaves (sixth to eighth leaves). Samples were extracted with methanol and hot water, and TPC, TFC, DPPH, ABTS, and FRAP, were measured. The efficiency of the extractions was evaluated based on these different assays. For methanol and hot water extraction, shoot showed the highest TPC values with 193.46 ± 42.61 GAE(mg/L) and 192.85 ± 30.07 GAE(mg/L) respectively. Old leaves showed the lowest values for both extractions with 121.64 ± 22.73 GAE(mg/L) and 97.70 ± 10.22 GAE mg/L respectively. Shoot for methanol and hot water extraction showed the highest TFC values with 897.79 ± 45.82 QE(μ g/ml) and 609.00 ± 15.86 QE(μ g/ml) respectively. Old leaves showed the lowest values for both extractions with 455.43 ± 6.11 QE(μ g/ml) and 312.00 ± 3.75 QE(μ g/ml) respectively. For DPPH assay, shoot for methanol and hot water extraction showed the highest scavenging effects with $94.25 \pm 0.50\%$ and $89.33 \pm 0.49\%$ respectively. Old leaves showed the lowest scavenging effects for both extractions with $71.74 \pm 0.79\%$ and $84.10 \pm 0.35\%$ respectively. For methanol and hot water extraction, shoot showed the highest ABTS scavenging effects with $90.33 \pm 10.05\%$ and $70.19 \pm 16.18\%$ respectively. Old leaves showed the lowest scavenging effects for both extractions with $42.97 \pm 11.03\%$ and $40.42 \pm 10.26\%$ respectively. For FRAP assay, shoot for methanol and hot water extraction showed the highest reducing power with 493.30 ± 22.34 Fe(II)(μ M/ml) and 440.30 ± 14.42 Fe(II)(μ M/ml) respectively. Old leaves showed the lowest reducing power for both extractions with 139.97 ± 2.52 Fe(II)(μ M/ml) and 128.97 ± 8.50 Fe(II)(μ M/ml) respectively. As a conclusion, shoot and old extracts of methanol and hot water have the highest and lowest antioxidant activity respectively. Methanol extraction showed higher efficiency compared to hot water.

SENARAI KANDUNGAN

	Halaman
TAJUK	i
PENGAKUAN PELAJAR	ii
PENGESAHAN	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
SENARAI KANDUNGAN	vii
SENARAI JADUAL	x
SENARAI RAJAH	xi
SENARAI SINGKATAN/ SIMBOL	xii
SENARAI LAMPIRAN	xiv
SENARAI FOTO	xv
BAB 1 : PENDAHULUAN	
1.1 Pengenalan	1
1.2 Objektif	4
BAB 2 : KAJIAN PERPUSTAKAAN	
2.1 Pengenalan Kepada Teh	5
2.2 Klasifikasi Teh	6
2.3 Pemprosesan Teh	7
2.4 Antioksida Di Dalam Teh	9
2.5 Aktiviti Antioksida	13
2.6 Antioksida dan Radikal Bebas	
2.6.1 Definisi Antioksida	14
2.6.2 Antioksida Semulajadi dan Sintetik	17
2.6.3 Definisi Radikal Bebas	17



2.7	Kesan Dalam Kesihatan	18
2.8	Kaedah Pengekstrakan	19
2.9	Analisis Kandungan Antioksida	
2.9.1	Penentuan Kandungan Fenolik (TPC)	20
2.9.2	Penentuan Kandungan Flavonoid (TFC)	23
2.10	Ujian Penentuan Aktiviti Antioksida	
2.10.1	Ujian <i>2,2-Diphenyl-1-picahydrazyl</i> (DPPH)	24
2.10.2	Ujian <i>2,2-azinobis (3-ethyl-benzothiazoline-6-sulfonic acid)</i> (ABTS)	26
2.10.3	Ujian <i>Ferric Reducing Antioxidant Power</i> (FRAP)	28

BAB 3 : BAHAN DAN KAEDAH

3.1	Bahan	
3.1.1	Sampel	30
3.1.2	Bahan Kimia	31
3.1.3	Peralatan	31
3.2	Kaedah	
3.2.1	Penyediaan Sampel	31
3.2.2	Pengekstrakan	
	a. Pengekstrakan Metanol	31
	b. Pengekstrakan Air Panas	32
3.2.3	Ujian Penentuan Kandungan Antioksida	
	a. Ujian Penentuan Kandungan Fenolik	32
	b. Ujian Penentuan Kandungan Flavonoid	32
3.2.4	Ujian Penentuan Aktiviti Antioksida	
	a. Ujian <i>2,2-Diphenyl-1-picahydrazyl</i> (DPPH)	33
	b. Ujian <i>2,2-azinobis (3-ethyl-benzothiazoline-6-</i>	33

	<i>sulfonic acid</i>) (ABTS)	
	c. Ujian <i>Ferric Reducing Antioxidant Power</i> (FRAP)	34
2.3.5	Kaedah Statistik	34
BAB 4 : KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN		
4.1	Keberkesanan Pengekstrakan	35
4.2	Penentuan Kandungan Antioksidan	
4.2.1	Penentuan Kandungan Fenolik (TPC)	37
4.2.2	Penentuan Kandungan Flavonoid (TFC)	41
4.3	Penentuan Aktiviti Antioksidan	43
4.3.1	Aktiviti Perencatan Radikal DPPH	44
4.3.2	Aktiviti Perencatan n Radikal ABTS	49
4.3.3	Penurunan Ferik Berdasarkan Ujian FRAP	54
BAB 5 : KESIMPULAN DAN CADANGAN		
5.1	Kesimpulan	57
5.2	Cadangan	59
RUJUKAN		60
LAMPIRAN		70

SENARAI JADUAL

	Halaman
Jadual 4.1 : Hasil pengekstrakan oleh pelarut metanol dan air panas	35
Jadual 4.2 : Kandungan fenol di sampel ekstrak teh melalui pengekstrakan metanol dan air panas	38
Jadual 4.3 : Kandungan flavonoid di dalam ekstrak teh melalui pengekstrakan metanol dan air panas	42
Jadual 4.4 : Kesan perencatan radikal DPPH untuk sampel teh pada kematangan yang berbeza dalam pengekstrakan metanol dan air panas	45
Jadual 4.5 : Kesan perencatan radikal ABTS untuk sampel teh pada kematangan yang berbeza dalam pengekstrakan metanol dan air panas	50
Jadual 4.6 : Kesan penurunan sampel teh dengan pengekstrakan metanol dan air panas melalui ujian FRAP	54

SENARAI RAJAH

		Halaman
Rajah 2.1 :	Carta alir pemprosesan teh hijau dan teh hitam	9
Rajah 2.2 :	Struktur kimia komponen-komponen yang terdapat di dalam <i>Camellia sinensis</i>	11
Rajah 2.3 :	Struktur <i>catechin</i> yang hadir dalam <i>Camellia sinensis</i>	12
Rajah 2.4 :	Struktur DPPH	25
Rajah 2.5 :	Struktur ABTS	26
Rajah 4.1 :	Kesan perencatan radikal DPPH pada kepekatan yang berlainan bagi pengekstrakan metanol	45
Rajah 4.2 :	Kesan perencatan radikal DPPH pada kepekatan yang berlainan bagi pengekstrakan air panas	47
Rajah 4.3 :	Kesan perencatan radikal ABTS pada kepekatan yang berlainan bagi pengekstrakan metanol	50
Rajah 4.4 :	Kesan perencatan radikal ABTS pada kepekatan yang berlainan bagi pengekstrakan air panas	52

SENARAI SINGKATAN DAN SIMBOL

MARDI	<i>Malaysia Agruculture Research and Development Institute</i>
TPC	Kandungan Fenol
TFC	Kandungan Flavonoid
DPPH	<i>1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl</i>
ABTS	<i>2,2'-azinobis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) diammonium salt</i>
FRAP	<i>Ferric Reducing Antioxidant Power</i>
TPTZ	<i>2,4,6-tripyridyl-s-triazine</i>
AOA	Aktiviti Antioksida
EGCG	<i>(-)-epigallocatechin 3-gallate</i>
EGC	<i>(-)-epigallocatechin</i>
EC	<i>(-)-epicatechin</i>
ECG	<i>(-)-epicatechin 3-gallate</i>
C	<i>(+)-catechin</i>
BHA	<i>butylated hydroxyaisole</i>
BHT	<i>butylated hydroxytoluene</i>
TBHQ	<i>tert-butylhydroquinone</i>
CTC	<i>Kaedah crush, tear and curl</i>
BOP	<i>broken orange pekoe</i>
BOPF	<i>broken orange pekeo fanning</i>
HAT	Pemindahan Atom Hidrogen
SET	Pemindahan Elektron Tunggal
BDE	Tenaga Peleraian Ikatan
Δ IP	Potensi Pengionan
GSH	Glutatione
ROS	Spesies Oksigen Reaktif

DNA	<i>Deoxyribonucleic Acid</i>
LDL	<i>Low-density lipoprotein</i>
DCM	Diklorometana
GAE	<i>gallic acid equivalents</i>
AlCl ₃	Aluminium Klorida
NaNO ₂	Natrium Nitrik
NaOH	Natrium Hidroksida
QE	<i>quercetin equivalents</i>
RE	<i>rutin equivalents</i>
Abs	Penyerapan
FeCl ₃ 6H ₂ O	Ferik Klorida
SPSS	<i>Statistical Package for the Social Science</i>
SD	<i>Standard Deviation</i>
ANOVA	Analisis Varians
HIV	<i>Virus anti-human immunodeficiency</i>

SENARAI LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran A : Lengkungan Piawai Bagi Ujian TPC, TFC dan FRAP	70
Lampiran B : Output SPSS untuk TPC	71
Lampiran C : Output SPSS untuk TFC	73
Lampiran D : Output SPSS untuk DPPH	75
Lampiran E : Output SPSS untuk ABTS	80
Lampiran F : Output SPSS untuk FRAP	84
Lampiran G : Korelasi TPC dengan DPPH	86
Lampiran H : Korelasi TPC dengan ABTS	87
Lampiran I : Korelasi TPC dengan FRAP	88
Lampiran J : Korelasi TFC dengan DPPH	89
Lampiran K : Korelasi TFC dengan ABTS	90
Lampiran L : Korelasi TFC dengan FRAP	91

Foto 3.1 : Daun teh kering pada kematangan berbeza iaitu tua, pertengahan dan pucuk

30

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Pengenalan

Teh merupakan penyumbang antioksidan yang penting kepada manusia. Antioksidan adalah sebarang spesies dimana ia akan merencatkan atau melambatkan proses pengoksidaan substrat dalam tindakbalas berantai (Leong & Shui, 2002).

Teh merupakan antara minuman paling popular dan digemari di dunia (Khan & Mukhtar, 2007). Teh merupakan sumber flavonoid dalam diet manusia dengan mencapai 200 mg/cawan untuk teh hitam (Rieteld & Wiseman, 2003). Per kapita pengambilan teh adalah pada purata 4 auns sehari dan dianggarkan 2.5 juta tan metrik teh dihasilkan setiap tahun terutamanya di India, China, Sri Lanka, Turki, Rusia dan Jepun (Wu & Wei, 2002). Menurut McKay dan Blumberg (2002), daripada peratusan teh yang dihasilkan di dunia, 78% adalah teh hitam, dimana ianya digemari di negara Barat, manakala teh hijau adalah sebanyak 20% dan digemari di kalangan masyarakat Asia dan teh oolong sebanyak 2% dan dihasilkan terutamanya di selatan China.

Teh adalah minuman berkafeina dan dihasilkan daripada daun atau pucuk pokok *Camellia sinensis* di dalam air panas dan sejuk, melalui cara rendaman atau campuran (Jin *et al.*, 2008). Teh diminum oleh pelbagai lapisan masyarakat dalam bentuk teh hijau, teh hitam dan teh oolong. Menurut Luczaj dan Skrzydlewska (2005) dan Horzic *et al.* (2009), terdapat lima jenis teh yang menjadi kebiasaan, iaitu teh hitam (*black tea*); teh hijau (*green tea*); teh merah (*red tea*); teh putih



(*white tea*) dan teh oolong (*oolong tea*). Teh herba tidak termasuk kerana teh herba tidak berasal daripada *Camellia sinensis* tetapi berasal daripada pelbagai jenis rempah, herba, akar dan sebagainya (Polovka *et al.*, 2003). Teh-teh ini mempunyai nama yang berbeza kerana menjalani proses pengoksidaan yang berbeza dan juga berbeza dari segi masa dan tempoh daun teh dipetik.

Kajian yang dilakukan ialah aktiviti antioksidan di dalam daun teh Cameron Highlands. Sampel diambil dari ladang teh MARDI yang terletak di Tanah Rata, Cameron Highlands, Pahang Darul Makmur. Teh yang digunakan adalah daripada spesies *Camellia sinensis* var. *Assamica* (teh Assam) yang banyak terdapat di Asia Tenggara dan Asia Selatan, termasuklah Malaysia. Satu lagi spesies teh yang ditanam ialah daripada *Camellia sinensis* var. *sinensis* (teh China) yang terdapat di China, Jepun dan Taiwan (Chan *et al.*, 2007a). Akan tetapi, spesies teh ini juga ditanam di ladang teh MARDI Cameron Highlands. Sampel di dalam kajian ini terdiri daripada tiga bahagian yang berbeza iaitu pucuk, daun pertengahan dan daun tua. Setiap daripada sampel-sampel ini menjalani ujian penentuan kandungan fenolik, ujian penentuan kandungan flavonoid, serta ujian-ujian penentuan aktiviti antioksidan seperti Ujian *1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl* (DPPH), Ujian *2,2-azinobis (3-ethyl-benzothiazoline-6-sulfonic acid)* (ABTS) dan juga Ujian *Ferric Reducing Antioxidant Power* (FRAP).

Kajian ini dilakukan untuk mengkaji kandungan dan aktiviti antioksidan yang terkandung di dalam daun teh pertengahan dan tua, iaitu selain daun pucuk yang biasanya digunakan untuk menghasilkan teh. Ini adalah penting untuk menambahbaik kegunaan daun pertengahan dan tua. Daun tua tidak digunakan untuk penghasilan teh, akan tetapi digunakan sebagai bahan kompos. Menurut Zandi dan Gordon (1999), daun teh tua yang dianggap sebagai sisa pertanian ini mengandungi antioksidan yang boleh diekstrak dan dijadikan bahan tambah nilai di dalam makanan. Oleh itu, adalah penting untuk mengkaji antioksidan di dalam teh yang terdapat di Cameron Highlands. Kajian ini membolehkan pangkalan data tentang teh-teh dibina untuk mengkaji dan meninjau teh yang ditanam di Malaysia dan di ladang teh MARDI secara spesifiknya.

Camellia sinensis adalah pokok malar hijau yang daunnya, sekiranya tidak cepat dikeringkan, akan layu dan teroksida. Daun akan menjadi semakin gelap,

apabila klorofil terurai dan tannin dibebaskan. Dalam proses penghasilan teh hijau, proses pengoksidaan dihentikan selepas pengoksidaan yang minima melalui penambahan haba, sama ada melalui wap, kaedah traditional Jepun, atau dikeringkan di dalam kualiti yang panas — kaedah tradisi China (Sato *et al.*, 2007). Manakala dalam penghasilan teh oolong, pengoksidaan dihentikan di pertengahan antara pengoksidaan teh hijau dan teh hitam. Dalam penghasilan teh hitam pula, pengoksidaan penuh dilakukan (Vinson & Dabbagh, 1998). Langkah kedua dalam proses adalah menghentikan proses pengoksidaan pada peringkat yang ditentukan dengan menyingkir air dari daun melalui pemanasan (Wang *et al.*, 2000).

Kandungan teh berbeza mengikut musim, spesis, kedudukan daun yang dipetik, cuaca dan kaedah pertanian yang digunakan (Vinson & Dabbagh, 1998). Teh mengandungi pelbagai komposisi berguna, terutamanya polifenol termasuklah flavanol, flavodiol, flavonoid dan asid fenolik (Brannon, 2006). Polifenol iaitu antioksidan semulajadi, adalah komponen teh yang secara biologinya yang paling aktif, terutamanya *catechin*. *Catechin* terbesar dalam teh adalah *(-)-epigallocatechin 3-gallate* (EGCG), *(-)-epigallocatechin* (EGC), *(-)-epicatechin* (EC), *(-)-epicatechin 3-gallate* (ECG) dan *(+)-catechin* (C) (Henning *et al.*, 2004). EGCG terdapat paling banyak dalam teh (Zandi & Gordon, 1999; Wang *et al.*, 2000).

Banyak kebaikan yang boleh didapati daripada pengambilan teh, termasuklah merendahkan tahap kolesterol, melindungi daripada penyakit kardiovaskular serta daripada kanser (Dufresne & Farnworth, 2001). Semua kesan berguna ini berasal daripada aktiviti antioksidan yang kuat oleh bahan fenol teh, iaitu *catechin* (Ferruzzi & Green, 2001). *Catechin* mempunyai ciri-ciri antioksidan yang kuat seperti melindungi badan daripada kerosakan yang dilakukan oleh radikal bebas. Antioksidan ini juga mempunyai aktiviti antioksidan yang lebih tinggi berbanding *butylated hydroxyanisole* (BHA), *butylated hydroxytoluene* (BHT) dan *dl- α -tokoferol* (Pan *et al.*, 2003). Oleh itu, pengambilan teh sering dikaitkan dengan kebaikannya mengurangkan penuaan serta risiko penyakit-penyakit berbahaya, termasuklah penyakit jantung, strok dan kanser (Jaziri *et al.*, 2009).

1.2 Objektif

Kajian ini dilakukan dengan beberapa objektif iaitu:

1. Untuk menentukan dan membuat perbandingan kandungan fenol dan flavonoid antara jenis sampel yang terlibat iaitu pucuk (dua daun pertama; hijau kekuningan); daun pertengahan (daun ketiga hingga ke lima, hijau muda); dan daun tua (daun ke enam hingga ke lapan, hijau tua).
2. Untuk membandingkan keberkesanan antara kaedah pengekstrakan metanol dan pengekstrakan air panas.
3. Untuk menentukan aktiviti antioksidan dalam daun teh Cameron Highlands dengan menggunakan ujian *2,2-Diphenyl-1-picahydrasyl* (DPPH), *2,2-azinobis (3-ethyl-benzothiazoline-6-sulfonic acid)* (ABTS) dan *Ferric Reducing Antioxidant Power* (FRAP).

BAB 2

ULASAN PERPUSTAKAAN

2.1 Pengenalan Kepada Teh

Teh berasal dari China dan telah tersebar dengan meluas ke serata dunia sejak 2000 tahun yang lalu (Cabrera *et al.*, 2006). Teh merupakan minuman kedua yang paling digemari oleh penduduk dunia. Pengambilan teh di dunia dengan nilai purata per kapita ialah 120 ml sehari (McKay & Blumberg, 2002). Menurut Dufresne dan Farnworth (2001), pengambilan teh adalah amalan lama yang telah dilakukan pada zaman dahulu terutamanya di China dan India. Ini menunjukkan bahawa pengambilan teh telah lama diamalkan sejak 5000 tahun yang lalu. Kajian arkeologi membuktikan bahawa infusi daun daripada pelbagai jenis tumbuhan liar dan juga daripada pokok teh telah diamalkan lebih daripada 500, 000 tahun dahulu.

Secara tradisional, teh diminum untuk meningkatkan peredaran darah, menyingkirkan toksin dan untuk meningkatkan daya ketahanan terhadap penyakit (Wu & Wei, 2002). Teh telah diperkenal ke serata dunia oleh pedagang dan pengembara yang mengembara ke pelosok rantau. Kepelbagaian *Camellia sinensis* wujud daripada kepelbagaian pilihan dan penghibridan antara taksonomi kerana teh-teh ini mampu untuk dikacukkan sesama sendiri (Dufresne & Farnworth, 2001).

Teh telah ditanam di serata dunia di kawasan yang mempunyai tahap kelembapan yang tinggi, suhu yang optimum dan tanah yang berasid (Hajimahmoodi *et al.*, 2008). Pokok teh biasanya dipotong supaya ketinggiannya tidak melebihi 6 kaki akan tetapi jika pokok teh ini dibiarkan tumbuh dengan meliar, ia dapat mencapai



ketinggian 30 kaki. Daun teh segar yang baru dipetik harus diproses untuk menyahaktifkan pengoksidaan enzimatik untuk penghasilan teh hijau, atau dengan mengawal pengoksidaan oleh enzim daun untuk penghasilan teh oolong dan teh hitam (Balentine *et al.*, 1997).

Menurut Teow *et al.* (2007), teh dikaitkan dengan gaya hidup dan amalan yang sihat apabila pengambilan teh diperkenalkan ke negara-negara serantau. Upacara yang berkaitan dengan teh yang dilakukan di China, Jepun dan England, telah menjadikan pengambilan teh sebagai sesuatu yang unik berbanding minuman biasa. *Tea time* biasanya dilakukan pada sebelah tengahari iaitu antara makan tengahari di dalam keadaan yang riadah. Akan tetapi, gaya hidup moden sekarang lebih cenderung untuk mengubahsuai tatacara ini dan cuba untuk meletakkan teh di antara minuman-minuman biasa (Dufresne & Farnworth, 2001).

Menurut Cabrera *et al.* (2003), 80% daripada teh yang diminum adalah daripada teh hitam, dimana ia merupakan minuman yang paling popular di Eropah, Amerika Utara dan Afrika Utara (kecuali Maghribi). Teh hijau pula diminum di kebanyakan negara di Asia; di mana teh oolong adalah paling popular di China dan Taiwan. Dianggarkan 76-78% daripada teh yang dihasilkan ialah teh hitam, 20-22% adalah teh hijau dan kurang 2% adalah teh oolong (McKay & Blumberg, 2002).

2.2 Klasifikasi Teh

Menurut Polovka *et al.* (2003), prosedur fermentasi teh mempengaruhi kandungan teh yang dihasilkan. Teh boleh dibahagikan kepada tiga kumpulan utama; teh hijau (tanpa fermentasi) dihasilkan terus daripada pengeringan dan pengstimulan daun teh segar; teh oolong disediakan apabila daun teh segar menjalani fermentasi separa sebelum pengeringan; dan teh hitam menjalani fermentasi penuh sebelum pengeringan dan pengestiman.

Terdapat lima jenis teh yang menjadi kebiasaan, iaitu teh hitam (*black tea*); teh hijau (*green tea*); teh merah (*red tea*); teh putih (*white tea*) dan teh oolong (*oolong tea*). Teh-teh ini mempunyai nama yang berbeza kerana menjalani proses pengoksidaan yang berbeza dan juga berbeza dari segi masa dan tempoh daun teh dipetik (Polovka *et al.*, 2003). Teh herba tidak termasuk kerana teh herba tidak

berasal daripada *Camellia sinensis* tetapi berasal daripada pelbagai jenis rempah, herba, akar dan sebagainya (Horzic *et al.*, 2009).

Teh hijau dan teh hitam dihasilkan daripada daun teh muda iaitu pucuk dan empat daun pertama. Daun teh tua pula tidak digunakan untuk penghasilan teh dan dianggap sebagai sisa pertanian (Zandi & Gordon, 1999). Menurut Zandi dan Gordon juga, daun teh tua yang dianggap sebagai sisa pertanian ini mengandungi antioksidan yang boleh diekstrak dan dijadikan bahan tambah nilai di dalam makanan.

2.3 Pemprosesan Teh

Berdasarkan pemprosesan Sabah Tea Sdn. Bhd. di Kundasang, Sabah, daun teh segar dituai dimana pucuk serta dua daun pertama dituai dengan menggunakan gunting ataupun pemotong automatik. Teh biasanya dituai di sekitar jam 6 pagi hingga 11 pagi. Cara-cara pemprosesan teh telah dirujuk kepada pemprosesan daun teh di ladang Sabah Tea Sdn. Bhd. di Kundasang, Sabah.

Penghasilan teh hijau dimulakan dengan proses yang melibatkan haba, dimana enzim polifenol oksidase akan dimusnahkan. Enzim ini bertanggungjawab dalam penukaran flavanol dalam daun teh kepada bahan polifenolik yang berwarna gelap, iaitu bahan yang memberi warna kepada teh hitam. Berbanding teh hijau, teh hitam tidak akan melalui proses penyahaktifan enzim polifenol oksidase kerana enzim inilah yang mencirikan teh hitam (Teow *et al.*, 2005).

Daun teh segar akan dilayukan untuk mendapatkan kualiti yang diinginkan. Suhu dan kelembapan relatif juga memainkan peranan dalam mempengaruhi kualiti teh yang dihasilkan (Obanda *et al.*, 2004). Pelayuan merupakan langkah awal dalam penghasilan teh. Daun teh segar akan diserakkan dengan seragam di atas *trough* dan udara akan dialirkan melalui daun-daun ini untuk mengurangkan kandungan lembapan sebanyak 60% (Karori *et al.*, 2007).

Proses lain yang penting ialah penggilingan; dimana daun yang telah dilayukan akan dipotong dan dimampatkan. Proses penggilingan juga dilakukan dalam penghasilan teh hitam (Cabrera *et al.*, 2006). Proses penggilingan ini akan memberikan bentuk kepada teh untuk proses yang seterusnya. Daun teh akan

dipotong dengan menggunakan kaedah automatik *crush, tear and curl* (CTC) dan secara tradisional (Obanda *et al.*, 2004). Kaedah CTC akan dilakukan kepada daun teh berkualiti rendah dan akan digunakan untuk menghasilkan teh uncang. Kaedah ini berkesan untuk menghasilkan produk yang berkualiti daripada daun teh yang mempunyai kualiti sederhana dan rendah. Kaedah ini akan memberikan fragmen teh yang lebih kecil dan sekali gus menyebabkan peningkatan kadar pengoksidaan. Manakala melalui kaedah tradisional, daun teh akan diproses dengan menggunakan tangan ataupun mesin. Pemprosesan dengan menggunakan tangan adalah bagi penghasilan teh lerai (*loose tea*) yang berkualiti tinggi (Karori *et al.*, 2007).

Menurut Luczaj dan Skrzydlewska (2005), fermentasi juga memainkan peranan yang penting dalam proses penghasilan teh. Proses pengoksidaan ini berlaku dimana teh akan dioksidakan dengan kehadiran udara. Daun teh akan menyerap oksigen dimana ianya akan mengaktifkan enzim yang akan menyebabkan perubahan secara kimia, iaitu pengoksidaan polifenol (tannin). Penukaran tannin di dalam daun teh tidak dapat dicapai melalui mikroorganisma tetapi melalui enzim yang hadir di dalam daun teh. Tahap fermentasi sangat mempengaruhi kualiti dan jenis teh yang akan dihasilkan (Meterc *et al.*, 2008). Proses ini mengambil masa beberapa jam, dan dipengaruhi oleh cuaca persekitaran dan tahap kelembapan. Tempoh pelayuan dan fermentasi mempengaruhi kualiti teh yang dihasilkan (Obanda *et al.*, 2004). Perubahan warna bagi pemprosesan teh hitam berlaku iaitu daripada warna hijau kepada perang kuprum. Perubahan aroma juga berlaku semasa fermentasi (Luczaj & Skrzydlewska, 2005).

Menurut Obanda *et al.* (2004) lagi, daun teh segar yang telah mengalami proses fermentasi akan dikeringkan di atas *bed drier* dimana serat dan kelembapan akan disingkirkan sebelum ianya melalui analisis kimia dan sensori sebelum proses pengelasan. Bagi pemprosesan teh hitam, warna perang-kuprum semasa fermentasi akan bertukar kepada warna hitam selepas proses pengeringan ini. Kandungan lembapan dianggarkan sudah mencapai 3.5-5%. Proses ini dilakukan untuk menghentikan proses fermentasi.

Menurut Sabah Tea Sdn. Bhd. lagi, proses terakhir dalam pemprosesan teh adalah pengredan. Partikel teh akan digredkan oleh pakar berdasarkan saiz dan bentuk. Gred teh boleh dikategorikan sebagai; *broken orange pekoe* (BOP), *broken*

RUJUKAN

- Abu Bakar, M. F., Mohamed, M., Rahmat, A. & Fry, J. 2009. Phytochemicals And Antioxidant Activity Of Different Parts Of Bambangan (*Mangifera Pajang*) And Tarap (*Artocarpus Odoratissimus*). *Food Chemistry*. **113**: 479–483.
- Adedapo, A. A., Jimoh, F. O., Afolayan, A. J. & Masika, P. J. 2008. Antioxidant Activities And Phenolic Contents Of The Methanol Extracts Of The Stems Of *Acokanthera Oppositifolia* And *Adenia Gummifera*. *BMC Complementary And Alternative Medicine*. **8** (54).
- Aherne, S. A. & O'brien, N. M. 2002. Dietary Flavonols: Chemistry, Food Content, And Metabolism. *Nutrition*. **18**: 75– 81.
- Alarcon, E., Campos, A. M., Edwards, A. M., Lissi, E. & Alarcon, C. L. 2008. Antioxidant Capacity Of Herbal Infusions And Tea Extracts: A Comparison Of Orac-Fluorescein And Orac-Pyrogallol Red Methodologies. *Food Chemistry*. **107**: 1114–1119.
- Almajano, M. P., Carbo', R., Jime'nez, J. A. L. & Gordon, M. H. 2008. Antioxidant And Antimicrobial Activities Of Tea Infusions. *Food Chemistry*. **108**: 55–63.
- Arts, M. J. T. J., Haenen, G. R. M. M., Wilms, L. C., Beetstra, S. A. J. N., Heijnen, C. G. M., Voss, H., & Bast, A. 2002. Interactions Between Flavonoids And Proteins: Effect On The Total Antioxidant Capacity. *J. Agric. Food Chem.* **50**: 1184–1187.
- Asghar, M. N., Khan, I. U., Zia, I., Ahmad, M. & Qureshi, F. A. 2008. Modified 2,2'-Azinobis(3-Ethylbenzo Thiazoline)-6-Sulphonic Acid Radical Cation Decolorization Assay For Antioxidant Activity Of Human Plasma And Extracts Of Traditional Medicinal Plants. *Acta Chim. Slov.* **55**: 408–418.
- Atoui, A. K., Mansouri, A., Boskou, G. & Kefalas, P. 2005. Tea And Herbal Infusions: Their Antioxidant Activity And Phenolic Profile. *Food Chemistry*. **89**: 27–36.
- Awika, J. M., Rooney, L. W., Wu, X., Prior, R. L. & Cisneros-Zevallos, L. 2003. Screening Methods To Measure Antioxidant Activity Of Sorghum (*Sorghum Bicolor*) And Sorghum Products. *J. Agric. Food Chem.* **51**: 6657–6662.

- Balentine, D.A., Wiseman, S.A. & Bouwens, L.C. 1997. The Chemistry Of Tea Flavonoids, Crit. Rev. *Food Sci. Nutr.* **37**: 693–704.
- Benzie, I. F. F. & Strain, J. J. 1996. The Ferric Reducing Ability Of Plasma (FRAP) As A Measure Of "Antioxidant Power": The FRAP Assay. *Analytical Biochemistry*. **239**: 70–76.
- Benzie, I. F. F. & Szeto, Y. T. 1999. Total Antioxidant Capacity of Teas by the Ferric Reducing/Antioxidant Power Assay. *J. Agric. Food Chem.* **47**: 633–636.
- Bhatia, I. & Ullah, M. 1968. Qualitative And Quantitative Study Of The Polyphenols Of Different Organs And Some Cultivated Varieties Of Tea Plant. *Journal Of The Science Of Food And Agriculture*. **19**: 535–542.
- Brannon, C. 2006. Green Tea: New Benefits From An Old Favorite. Nutrition Dimension, Inc.
- Cabrera, C., Artacho, R. & Gimenez, R. 2006. Beneficial Effects Of Green Tea—A Review *Journal Of The American College Of Nutrition*. **25**: 79–99.
- Cabrera, C., Nez, R. G. & Lopez, M. C. 2003. Determination Of Tea Components With Antioxidant Activity. *Journal Of Agricultural And Food Chemistry*. **51**: 4427–4435.
- Cai, Y., Luo, Q., Sun, M. & Corke, H. 2004. Antioxidant Activity And Phenolic Compounds Of 112 Traditional Chinese Medicinal Plants Associated With Anticancer. *Life Sciences*. **74**: 2157–2184.
- Cao, G., Sofic, E. & Prior, R. L. 1996. Antioxidant Capacity Of Tea And Common Vegetables. *Journal Of Agricultural And Food Chemistry*. **44**: 3426–3431.
- Chan, E. W. C., Lim, Y. Y. & Chew, Y. L. 2007a. Antioxidant Activity Of Camellia Sinensis Leaves And Tea From A Lowland Plantation In Malaysia. *Food Chemistry*. **102**: 1214–1222.
- Chan, E. W. C., Lim, Y. Y. & Omar, M. 2007b. Antioxidant And Antibacterial Activity Of Leaves Of Etlingera Species (*Zingiberaceae*) In Peninsular Malaysia. *Food Chemistry*. **104**: 1586–1593.

- Chen, Z. Y. & Chan, P. T. 1996. Antioxidative Activity Of Green Tea Catechins In Canola Oil. *Chemistry and Physics of Lipids*. **82**: 163-172.
- Chen, C., Liang, C., Lai, J., Tsai, Y., Tsay, J. & Lin, J. 2003. Capillary Electrophoretic Determination Of Theanine, Caffeine, And Catechins In Fresh Tea Leaves And Oolong Tea And Their Effects On Rat Neurosphere Adhesion And Migration. *Journal Of Agricultural And Food Chemistry*. **51**: 7495-7503.
- De Beer, D., Jubert, E., Wentzel, C. A., Gelderblom, C. A. & Manley, M. 2003. Antioxidant Activity Of South African Red And White Cultivar Wines: Free Radical Scavenging. *Journal Of Agriculture And Food Chemistry*. **51**: 902-909.
- Del Bano, M. J., Lorente, J., Castillo, J., Benavente-Garcia, O., del Rio, J. A. & Ortuno, A. 2003. Phenolic Diterpenes, Flavones, And Rosmarinic Acid Distribution During Development Of Leaves, Flowers, Stems And Roots Of *Rosmarinus Officinalis*: Antioxidant Activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. **51**: 4247-4253.
- Dufresne, C. J. & Farnworth, E. R. 2001. A Review Of Latest Research Findings On The Health Promotion Properties Of Tea. *Journal Of Nutritional Biochemistry*. **12**: 404-421.
- Dreosti, I. E. 2000. Antioxidant Polyphenols In Tea, Cocoa, And Wine. *Nutrition*. **16**: 692-693.
- Elzaawely, A., A., Xuan, T., D. & Tawata, S. 2007. Essential Oils, Kava Pyrones And Phenolic Compounds From Leaves And Rhizomes Of *Alpinia Zerumbet* (Pers.) B.L. Burtt. & R.M. Sm. And Their Antioxidant Activity. *Food Chemistry*. **103**: 486-494.
- Fang, Y. Z., Yang, S. & Wu, G. 2002. Free Radicals, Antioxidants, And Nutrition. *Nutrition*. **18**: 872- 879.
- Ferruzzi, M. G. & Green, R. J. 2005. Analysis Of Catechins From Milk-Tea Beverages By Enzyme Assisted Extraction Followed By High Performance Liquid Chromatography. *Food Chemistry*. Article in Press.
- Fukumoto, L. R. & Mazza, G. 2000. Assessing Antioxidant And Prooxidant Activities Of Phenolic Compounds. *J. Agric. Food Chem.* **48**: 3597-3604.

- Gulati, A., Rawat, R., Singh, B. & Ravindranath, S. D. 2003. Application of Microwave Energy in the Manufacture of Enhanced-Quality Green Tea. *J. Agric. Food Chem.* **51**: 4764-4768.
- Gülçin, İ., Elias, R., Gepdiremen, A., Boyer, L. & Köksal, E. 2007. A Comparative Study On The Antioxidant Activity Of Fringe Tree (*Chionanthus Virginicus* L.) Extracts. *African Journal Of Biotechnology.* **6** (4): 410-418.
- Gutteridge, J. M. & Halliwell, B. 1994. Antioxidants In Nutrition, Health, And Disease. New York. *Oxford University Press*: 111-123.
- Grubescic, R. J., Vukovic, J., Kremer, D. & Vladimir-Knezevic, S. 2007. Flavonoid Content Assay: Prevalidation And Application On *Plantago* L. Species. *Acta Chim. Slov.* **54**: 397-406.
- Han, S. S., Lo, S. C., Choi, Y. W., Kim, J. H. & Baek, S. H. 2004. Antioxidant Activity of Crude Extract and Pure Compounds of *Acer ginnala* Max. *Bull. Korean Chem. Soc.* **25** (3).
- Hajimahmoodi, M., Hanifeh, M., Oveisi, M. R., Sadeghi, N. & Jannat, B. 2008. Determination Of Total Antioxidant Capacity Of Green Teas By The Ferric Reducing/Antioxidant Power Assay. *Iran. J. Environ. Health. Sci. Eng.* **5** (3): 167-172.
- Halvorsen, B. L., Holte, K., Myhrstad, M. C. W., Barikmo, I., Hvattum, E., Remberg, S. F., Wold, A., Haffner, K., Baugerod, H., Andersen, L. F., Moskaug, J., Jacobs, D. R. & Blomhoff, R. 2002. A Systematic Screening Of Total Antioxidants In Dietary Plants. *The Journal of Nutrition.* 461-471.
- Haslam, E. 2003. Thoughts On Thearubigins. *Phytochemistry.* **64**: 61-73.
- Henning, S. M., Niu, Y., Lee, N. H., Thames, G. D., Minutti, R. R., Wang, H., Go, V. L. W. & Heber, D. 2004. Bioavailability And Antioxidant Activity Of Tea Flavanols After Consumption Of Green Tea, Black Tea, Or A Green Tea Extract Supplement. *American Journal Of Clinical Nutrition.* **80**: 1558-1564.
- Hertog, M. G. L., Hollman, P. C. H. & Putte, B. V. D. 1993. Content Of Potentially Anticarcinogenic Flavonoids Of Tea Infusions, Wines, And Fruit Juices. *J. Agric. Food Chem.* **41**: 1242-1246.

- Horzic, D., Komes, D., Belščak, A., Ganic, K. K., Ivekovic, D. & Karlovic, D. 2009. The Composition Of Polyphenols And Methylxanthines In Teas And Herbal Infusions. *Food Chemistry*. **115**:441–448.
- Huang, D., Ou, B. & Prior, R. L. 2005. The Chemistry Behind Antioxidant Capacity Assays. *J. Agric. Food Chem.* **53**: 1841-1856.
- Jang, H., Chang, K., Huang, Y., Hsu, C., Lee, S. & Su, M. 2007. Principal Phenolic Phytochemicals And Antioxidant Activities Of Three Chinese Medicinal Plants. *Food Chemistry*. **103**: 749–756.
- Jaziri, I., Slama, M. B., Mhadhbi, H., Urdaci, M. C. & Hamdi, M. 2009. Effect Of Green And Black Teas (*Camellia Sinensis* L.) On The Characteristic Microflora Of Yogurt During Fermentation And Refrigerated Storage. *Food Chemistry*. **112**: 614–620.
- Jin, C. W., Dua, S. T., Zhang, K. & Lin, X. Y. 2008. Factors Determining Copper Concentration In Tea Leaves Produced At Yuyao County, China. *Food And Chemical Toxicology*. **46**: 2054–2061.
- Kahkonen, M. P., Hopia, A. I., Vuorela, H. J., Rauha, J. P., Pihlaja, K., Kujala, T. S. & Heinonen, M. 1999. Antioxidant Activity Of Plant Extracts Containing Phenolic Compounds. *Journal Of Agricultural And Food Chemistry*. **47**: 3954-3962.
- Karori, S. M., Wachira, F. N., Wanyoko, J. K. & Ngure, R. M. 2007. Antioxidant Capacity Of Different Types Of Tea Products. *African Journal Of Biotechnology*. **6**: 2287-2296.
- Katsube, T., Tsurunaga, Y., Sugiyama, M., Furuno, T. & Yamasaki, Y. 2009. Effect Of Air-Drying Temperature On Antioxidant Capacity And Stability Of Polyphenolic Compounds In Mulberry (*Morus Alba* L.) Leaves. *Food Chemistry*. **113**: 964–969.
- Khan, N. & Mukhtar, H. 2007. Minireview: Tea Polyphenols For Health Promotion. *Life Sciences*. **81**: 519–533.
- Khokhar, S. & Magnusdottir, S. G. M. 2002. Total Phenol, Catechin, And Caffeine Contents Of Teas Commonly Consumed In The United Kingdom. *J. Agric. Food Chem.* **50**: 565-570.

- Kruawan, K. & Kangsadalampai, K. 2006. Antioxidant Activity, Phenolic Compound Contents And Antimutagenic Activity Of Some Water Extract Of Herbs. *Thai J. Pharm. Sci.* **30**: 28-35.
- Leong, L. P. & Shui, G. 2002. An Investigation Of Antioxidant Capacity Of Fruits In Singapore Markets. *Food Chemistry.* **76**: 69-75.
- Lim, Y.Y. & Quah, E. P. L. 2007. Antioxidant Properties Of Different Cultivars Of *Portulaca Oleracea*. *Food Chemistry.* **103**: 734-740.
- Lin, Y. S., Tsai, Y. J., Tsay, J. S. & Lin, J. K. 2003. Factors Affecting The Levels Of Tea Polyphenols And Caffeine In Tea Leaves. *Journal Of Agricultural And Food Chemistry.* **51**: 1864-1873.
- Luczaj, W. & Skrzydlewska, E. 2005. Review: Antioxidative Properties Of Black Tea. *Preventive Medicine.* **40**: 910- 918.
- Maisuthisakul, P., Suttajit, M. & Pongsawatmanit, R. 2007. Assessment Of Phenolic Content And Free Radical-Scavenging Capacity Of Some Thai Indigenous Plants. *Food Chemistry.* **100**: 1409-1418.
- Manian, R., Anusuya, N., Siddhuraju, P. & Manian, S. 2008. The Antioxidant Activity And Free Radical Scavenging Potential Of Two Different Solvent Extracts Of *Camellia Sinensis* (L.) O. Kuntz, *Ficus Bengalensis* L. And *Ficus Racemosa* L. *Food Chemistry.* **107**: 1000-1007.
- Marinova, D., Ribarova, F. & Atanassova, M. 2005. Total Phenolics And Total Flavonoids In Bulgarian Fruits And Vegetables. *Journal Of The University Of Chemical Technology And Metallurgy.* **40** (3): 255-260.
- Mckay, D. L. & Blumberg, J. B. 2002. The Role Of Tea In Human Health: An Update. *J Am College Nutrition.* **21**(1): 1-13.
- Meterc, D., Petermann, M. & Weidner, E. 2008. Drying Of Aqueous Green Tea Extracts Using A Supercritical Fluid Spray Process. *Journal Of Supercritical Fluids.* **45**: 253-259.
- Miliauskas, G., Venskutonis, P. R. & van Beek, T. A. 2004. Screening Of Radical Scavenging Activity Of Some Medicinal And Aromatic Plant Extracts. *Food Chemistry.* **85**: 231-237.

- Molyneux, P. 2004. The Use Of The Stable Free Radical Diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) For Estimating Antioxidant Activity. *Songklanakarin Journal Of Science And Technology*. **26**: 211-219.
- Obanda, M., Owuora, P. O., Mang'okab, R. & Kavoic, M. M. 2004. Changes In Thearubigin Fractions And Theaflavin Levels Due To Variations In Processing Conditions And Their Influence On Black Tea Liquor Brightness And Total Colour. *Food Chemistry*. **85**: 163-173.
- Ou, B., Huang, D., Woodill, M. H., Flanagan, J. A. & Deemer, E. K. J. 2002. Analysis Of Antioxidant Activities Of Common Vegetables Employing Oxygen Radical Absorbance Capacity (ORAC) And Ferric Reducing Antioxidant Power (FRAP) Assays: A Comparative Study. *Journal Of Agricultural And Food Chemistry*. **50**: 3122-3128.
- Ou, B., Woodill, M. H. & Prior, R. L. 2001. Development And Validation Of An Improved Oxygen Radical Absorbance Capacity Assay Using Fluorescein As The Fluorescent Probe. *Journal Of Agricultural And Food Chemistry*. **49**: 4619-4626.
- Osman, H., Nasarudin, R. & Lee, S. L. 2004. Extracts Of Cocoa (*Theobroma Cacao* L.) Leaves And Their Antioxidation Potential. *Food Chemistry*. **86**: 41-46.
- Othman, A., Ismail, A., Ghani, N. A. & Adenan, I. 2007. Antioxidant Capacity And Phenolic Content Of Cocoa Beans. *Food Chemistry*. **100**: 1523-1530.
- Pan, X., Niu, G. & Liu, H. Microwave-Assisted Extraction Of Tea Polyphenols And Tea Caffeine From Green Tea Leaves. *Chemical Engineering And Processing*. **42**: 129-133.
- Perez-Jimenez, J. & Saura-Calixto, F. 2006. Effect Of Solvent And Certain Food Constituents On Different Antioxidant Capacity Assays. *Food Research International*. **39**: 791-800.
- Polovka, M., Brezova, V. & Stasko, A. 2003. Antioxidant Properties Of Tea Investigated By EPR Spectroscopy. *Biophysical Chemistry*. **106**: 39-56.
- Prasain, J. K., Wang, C. & Barnes, S. 2004. Mass Spectrometric Methods For The Determination Of Flavonoids In Biological Samples. *Free Radical Biology & Medicine*. **37** (9): 1324-1350.

- Prior, R. L., Hoang, H., Gu, L., Wu, X., Bacchiocca, M., Howard, L., Hampsch-Woodill, M., Huang, D., Ou, B. & Jacob, R. 2003. Assays For Hydrophilic And Lipophilic Antioxidant Capacity (Oxygen Radical Absorbance Capacity (ORAC)) Of Plasma And Other Biological And Food Samples. *Journal Of Agricultural And Food Chemistry*. **51**: 3273-3279.
- Prior, R. L., Wu, X. & Schaich, K. 2005. Standardized Methods For The Determination Of Antioxidant Capacity And Phenolics In Foods And Dietary Supplements. *J. Agric. Food Chem.* **53**: 4290-4302.
- Rice-Evans, C. A., Miller, N. J. & Paganga, G. 1996. Structure-Antioxidant Activity Relationships Of Flavonoids And Phenolic Acids. *Free Radical Biology & Medicine*. **20** (7): 933-956.
- 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. Agric. Food Chem.* **49**: 3438-3442.
- Rietveld, A. & Wiseman, S. 2003. Antioxidant Effects Of Tea: Evidence From Human Clinical Trials. *Journal Of Nutrition*. **133**: 3285-3292.
- Roginsky, V. & Lissi, E. A. 2005. Review Of Methods To Determine Chain-Breaking Antioxidant Activity In Food. *Food Chemistry*. **92**: 235-254.
- Rusak, G., Komes, D., Likic, S., Horzic, D. & Kovac, M. 2008. Phenolic Content And Antioxidative Capacity Of Green And White Tea Extracts Depending On Extraction Conditions And The Solvent Used. *Food Chemistry*. **110**: 852-858.
- Saha, M. R., Alam, M. A., Akter, R. & Jahangir, R. 2008. In-Vitro Free Radical Scavenging Activity Of *Ixora Coccinea* L. *Bangladesh J Pharmacol.* **3**: 90-96.
- Sakanaka, S., Tachibana, Y. & Okada, Y. 2005. Preparation And Antioxidant Properties Of Extracts Of Japanese Persimmon Leaf Tea (Kakinoha-Cha). *Food Chemistry*. **89**: 569-575.
- Sato, D., Ikeda, N. & Kinoshita, T. 2007. Home-Processing Black And Green Tea (*Camellia Sinensis*). *Food Safety And Technology*.
- Sato, M., Ramarathnam, N., Suzuki, Y., Ohkubo, T., Takeuchi, M. & Ochi, H. 1996. Varietal Differences In The Phenolic Content And Superoxide Radical

- Scavenging Potential Of Wines From Different Sources. *Journal Of Agricultural And Food Chemistry*. **44**: 37-41.
- Singh, N. & Rajini P. S. 2004. Free Radical Scavenging Activity Of An Aqueous Extract Of Potato Peel. *Food Chemistry*. **85**: 611-616.
- Singleton, V. L. & Rossi, J. A. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*. **16**: 144-158.
- Summa, C., Raposo, F. C., Mccourt, J., Scalzo, R. L., Wagner, K., Elmadfa, I. & Anklam, E. 2006. Effect Of Roasting On The Radical Scavenging Activity Of Cocoa Beans. *Eur Food Res Technol*. **222**: 368-375.
- Teow, C. C., Truong, V., Mcfeeters, R. F., Thompson, R. L., Pecota, K. V. & Yencho, G. C. 2007. Antioxidant Activities, Phenolic And B-Carotene Contents Of Sweet Potato Genotypes With Varying Flesh Colours. *Food Chemistry*. **103**: 829-838.
- Thaipong, K., Boonprakob, U., Crosby, K., Cisneros-Zevallos, L. & Byrne, D. H. 2006. Comparison Of ABTS, DPPH, FRAP, And ORAC Assays For Estimating Antioxidant Activity From Guava Fruit Extracts. *Journal Of Food Composition And Analysis*. **19**: 669-675.
- Toit, R. D., Volsteadt, Y. & Apostolides, Z. 2001. Comparison Of The Antioxidant Content Of Fruits, Vegetables And Teas Measured As Vitamin C Equivalents. *Toxicology*. **166**: 63-69.
- Vinson, J. A. & Dabbagh, Y. A. 1998. Tea Phenols: Antioxidant Effectiveness Of Teas, Tea Components, Tea Fractions And Their Binding With Lipoproteins. *Nutrition Research*. **18** (6): 1067-1075.
- Wang, H., Provan, G. J. & Helliwell, K. 2000. Tea Flavonoids: Their Functions, Utilisation And Analysis. *Trends In Food Science & Technology*. **11**: 152-160.
- Wong, J. Y. & Chye, F.Y. 2008. Antioxidant Properties Of Selected Tropical Wild Edible Mushrooms. *Journal Of Food Composition And Analysis*. doi:10.1016/j.jfca.2008.11.021.
- Wu, C. D. & Wei, G. 2002. Tea As A Functional Food For Oral Health. *Nutrition*. **18**: 443- 444.

- Yao, L. H., Jiang, Y. M., Caffin, N., Arcy, B. D., Datta, N., Liu, X., Singanusong, R. & Xu, Y. 2006. Phenolic Compounds In Tea From Australian Supermarkets. *Food Chemistry*. **96**: 614-620.
- Yen, G. & Chen, H. 1995. Antioxidant Activity Of Various Tea Extracts In Relation To Their Antimutagenicity. *J. Agric. Food Chem.* **43**: 27-32.
- Yu, L., Haley, S., Perret, J., Harris, M., Wilson, J. & Qian, M. 2002. Free Radical Scavenging Properties Of Wheat Extracts. *J. Agric. Food Chem.* **50**: 1619-1624.
- Zandi, P. & Gordon, M. H. 1999. Antioxidant Activity Of Extracts From Old Tea Leaves. *Food Chemistry*. **64**: 285-288.
- Zaporozhets, O. A., Krushynska, O. A., Lipkovska, N. A. & Barvinchenko, V. N. 2004. A New Test Method For The Evaluation Of Total Antioxidant Activity Of Herbal Products. *J. Agric. Food Chem.* **52**: 21-25.
- Zheng, W. & Wang, S. Y. 2001. Antioxidant Activity And Phenolic Compounds In Selected Herbs. *J. Agric. Food Chem.* **49**: 5165-5170.