

UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS

JUDUL: PENENTUAN AKTIVITI ANTIOKSIDAN DALAM TEH HITAM SABAH DAN KOMPOST TEH HITAM

IJAZAH: SARJANA MUDA SAINS PEMAKANAN MAKANAN DAN PEMAKANAN

SESI PENGAJIAN: 2005-2009

Saya CHANDRAN A/L PONNIAH

(HURUF BESAR)

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

1. Tesis adalah 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)

Alamat Tetap: NO. 18, PSRN LURMI 8,

TAMAN INDAH, 31250

TG. RAMBUTAN, PERAK


(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

Pn. NOR SHAIRUL IZZREEN MOHD NOOR

Nama Penyelia

Tarikh: 22/05/2009

Tarikh: 22/05/2009

CATATAN: * Potong yang tidak berkenaan.

* Jika tesis ini SULIT atau TERHAD, sila lampiran 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).



**PENENTUAN AKTIVITI ANTIOKSIDANT DALAM
TEH HITAM DAN KOMPOST TEH HITAM SABAH**

CHANDRAN A/L PONNIAH

PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

**TESIS INI DIKEMUKAKAN UNTUK MEMENUHI
SEBAHAGIAN DARIPADA SYARAT
MEMPEROLEHI IJAZAH SARJANA MUDA SAINS
MAKANAN DENGAN KEPUJIAN**


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

2009

PENGAKUAN

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

12 MAY 2009

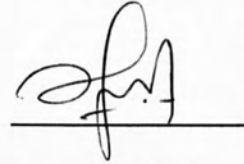

CHANDRAN A/L PONNIAH
HN2005 - 2489

DIPERAKUKAN OLEH

Tandatangan

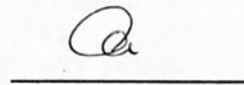
1. PENYELIA

(PN. NOR QHAIRUL IZZREEN MOHD NOOR)



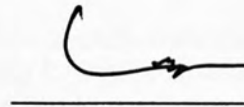
2. PEMERIKSA 1

(CIK. FAN HUI YIN)



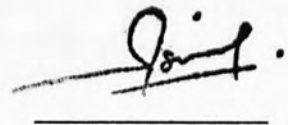
3. PEMERIKSA 2

(PROF. MADYA DR. CHYE FOOK YEE)



4. DEKAN

(PROF. MADYA DR. MOHD. ISMAIL ABDULLAH)



PENGHARGAAN

Terlebih dahulu, setinggi-tinggi penghargaan ingin saya ucapkan kepada penyelia disertasi saya yang dihormati iaitu, Pn. Nor Qhairul Izzreen atas segala tunjuk ajar, nasihat, panduan dan sokongan yang dicurahkan sepanjang kajian ini. Beliau juga sangat membantu saya untuk menyiapkan projek tahun akhir saya. Jutaan terima kasih diucapkan kepada beliau yang menolong saya untuk mendapatkan bahan-bahan serta alat-alat yang diperlukan sepanjang kajian ini dijalankan. Segala jasa dan pengetahuan yang dicurahkan oleh beliau amat saya hargai.

Selain itu, tidak lupa pula pensyarah – pensyarah yang terlibat secara langsung dan tidak langsung menjayakan disertasi ini. Seterusnya, terima kasih diucapkan kepada semua pembantu makmal Sekolah Sains Makanan dan Pemakanan yang menolong saya untuk menjalankan eksperimen. Selain itu, sekalung penghargaan kepada Sabah Tea Sdn Bhd terutamanya En Jeffrey pengurus ladang teh sabah kerana membekalkan sampel untuk kajian secara percuma. Bantuan dan kerjasama mereka sangat dihargai sepanjang masa.

Saya juga mengucapkan jutaan terima kasih kepada rakan seperjuangan saya atas bantuan dan sokongan moral yang diberikan sepanjang waktu kajian ini dilakukan. Selain itu, sekalung penghargaan kepada keluarga tercinta saya yang memberikan sokongan moral dan bantuan kewangan untuk menjayakan kajian ini. Segala bantuan dan sokongan yang diterima saya dikenangi dan dihargai selama-lamanya.

ABSTRAK

Dua jenis sampel iaitu teh hitam dan kompost teh hitam dianalisis untuk jumlah polifenol, jumlah flavonoids dan kapasiti aktiviti antioksidant. Sampel diekstrak dengan menggunakan pelarut akues metanol dan air panas. Kapasiti aktiviti antioksidant ekstrak ditentukan dengan menggunakan kaedah perencatan radikal DPPH dan ABTS serta kaedah FRAP. Keputusan menunjukkan efisiensi peratus pengekstrakan adalah lebih tinggi dalam pelarut akues metanol dan perbezaanya adalah signifikan ($P < 0.05$) berbanding dengan pelarut air panas. Keputusan yang diperolehi menunjukkan jumlah polifenol berbeza dari 96 GAE mg/g hingga 143 GAE mg/g. Dan jumlah flavonoid adalah berbeza dari 345.33 QE/g hingga 438.33 QE/g. Kandungan polifenol dan flavonoid adalah lebih tinggi dalam teh hitam daripada kompost teh hitam tetapi perbezaanya tidak signifikan ($P < 0.05$). Dalam kaedah perencatan radikal ABTS dan DPPH, ekstrak teh air panas mempunyai peratus perencatan radikal yang tinggi berbanding dengan ekstrak teh akues metanol. Nilai TEAC bagi sampel teh hitam dan kompost teh hitam adalah diantara 1.031 dan 0.833. Nilai FRAP pula adalah diantara 198.93 $\mu\text{Mol/g}$ dan 93.63 $\mu\text{Mol/g}$. Dalam kajian ini semua kaedah menyimpulkan bahawa teh hitam mempunyai kapasiti antioksidant yang tinggi ($P < 0.05$) berbanding dengan kompost teh hitam.

ABSTRACT

DETERMINATION OF ANTIOXIDANT CAPACITY OF SABAH BLACK TEA AND TEA COMPOST

Two type of samples which are black tea and black tea compost was used for the analysis of total polifenol, total flavonoid content, dan antioxidant activity capacity. Methanol and hot water used for the extraction of black tea and black tea compost. Antioxidant capacity of the extract evaluated using percentage of scavenging effect of radical ABTS and DPPH. Ferric Reducing Antioxidant Power (FRAP) method also used to determine the reducing power of black tea and tea compost. The percentage of extraction efficiency shows that aqueous methanol has highest efficiency and significantly differ at $P < 0.05$. The result shows, total polyphenols of the samples ranges from 96 GAE mg/g to 143 GAE mg/g. Total flavonoid content ranges from 345.33 QE/g to 438.33 QE/g. The total polyphenols content in the black tea is higher than black tea compost but the there is no statistical difference at $P < 0.05$. TEAC and DPPH assays shows that hot water extraction yielded highest radical scavenging than aqueous methanol extraction. TEAC values of the samples are in between 1.031 and 0.833. The FRAP value are in between 198.93 $\mu\text{Mol/g}$ and 93.63 $\mu\text{Mol/g}$. In this research, all assay simplify that antioxidant activity of black tea is higher than black tea compost.

KANDUNGAN

	Halaman
PENGAKUAN	ii
PENGESAHAN	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
KANDUNGAN	vii
SENARAI JADUAL	xi
SENARAI RAJAH	x
SENARAI UNIT	xi
SENARAI SINGKATAN	xii
SENARAI LAMPIRAN	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Pengenalan	1
1.2 Objektif kajian	2
BAB 2 ULASAN KEPUSTAKAAN	
2.1 Pengenalan	4
2.2 Teh	6
2.3 Pemprosesan teh hitam	6
2.4 Kompost teh hitam	7
2.5 Komposisi teh hitam	8
2.6 Kepentingan theaflavin	9
2.7 Antioksidant	12
2.7.1 Antioksidant dalam teh hitam	13
2.7.2 Sifat antioksidant theaflavin	14
2.8 Radikal bebas	14

2.9	Mekanisma tindak balas antioksidant dengan radikal bebas	18
2.10	Kesan perlindungan terhadap penyakit kardiovaskular	19
2.11	Kesan perlindungan terhadap kanser	21
2.12	Kaedah penentuan kapasiti antioksidant	22
	2.12.1 Kaedah TEAC	23
	2.12.2 Kaedah DPPH	23
	2.12.3 Kaedah FRAP	24

BAB 3 BAHAN DAN KAEDAH

3.1	Sampel kajian	26
3.2	Bahan kimia	26
3.3	Pengekstrakan metanol	27
3.4	Pengekstrakan air panas	27
3.5	Penentuan jumlah polifenol	27
3.6	Penentuan jumlah flavonoid	27
3.7	Penentuan kapasiti antioksidant	28
	3.7.1 Kaedah DPPH	28
	3.7.2 Kaedah TEAC	28
	3.7.3 Kaedah FRAP	29
3.8	Analisis statistik	29

BAB 4 HASIL DAN PERBINCANGAN

4.1	Pengekstrakan sampel	30
4.2	Penentuan jumlah polifenol dan flavonoid dalam teh hitam dan kompost teh hitam	32
4.3	Aktiviti antioksidant melalui kaedah perencatan radikal DPPH	35
4.4	Aktiviti antioksidant melalui kaedah TEAC dan perbandingan dengan kaedah DPPH	36
4.5	Kandungan kapasiti antioksidant dalam kaedah FRAP	39

BAB 5 KESIMPULAN DAN CADANGAN 41

RUJUKAN 43

LAMPIRAN 49

SENARAI JADUAL

	Halaman
Jadual 2.1: Keluasan dan pengeluaran teh di Malaysia bagi tahun 2005 - 2007	5
Jadual 2.2: Jenis Pengredan teh	7
Jadual 4.1: Jumlah Polifenol dan jumlah flavonoid dalam ekstrak teh	32
Jadual 4.2: Kapasiti antioksidant dalam nilai TEAC dan nilai FRAP	37

SENARAI RAJAH

	Halaman
Rajah 2.1: Struktur kimia EGCG dan EGC	9
Rajah 2.2: Mekanisma pembentukkan thearubigins	10
Rajah 2.3: Mekanisma pembentukkan theaflavin	11
Rajah 2.4: Struktur kimia theaflavin dan thearubigins	12
Rajah 2.5: Perencatan oleh komponen daun teh dalam pencegahan kanser	22
Rajah 4.1: Peratus pengekstrakan mengikut kaedah pengekstrakan	31
Rajah 4.2: Peratus Perencatan radikal DPPH terhadap ekstrak sampel	35
Rajah 4.3: Graf hubung kait antara peratus perencatan ABTS dan DPPH	38
Rajah 4.4: Graf hubung kait antara peratus perencatan ABTS dan DPPH	39

SENARAI UNIT

mg	-	miligram
g	-	gram
kg	-	kilogram
ml	-	mililiter
μM	-	mikroliter
L	-	liter
$^{\circ}\text{C}$	-	darjah celsius
μM	-	mikromolar
mM	-	milimolar
nm	-	nanometer

SENARAI SINGKATAN

DPPH	-	Diphenyl-1-picrylhydrazyl
FRAP	-	Ferric Reducing Antioxidant Power
TEAC	-	Trolox Equivalent Antioxidant Capacity
ORAC	-	Oxygen Reducing Antioxidant Capacity
ROS	-	Reactive oxygen species
RNS	-	Reactive nitrogen species
HAT	-	Hydrogen atom transfer
SET	-	Single electron transfer
GAE	-	Gallic acid equivalent
QE	-	Quercetin equivalent

SENARAI LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran A: Graf piawaian asid gallik	49
Lampiran B: Graf piawaian quercetin	50
Lampiran C: Graf Piawaian Ferum(II)Sulfat	51
Lampiran D: Graf Piawaian Trolox	52
Lampiran E: Data Peratus Perencatan radikal DPPH	53
Lampiran F: Data Peratus Perencatan radikal ABTS	55

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Pengenalan

Penggunaan makanan yang mempunyai kapasiti antioksidant yang tinggi akan memainkan peranan penting dalam mengekalkan kesihatan. Ia juga dapat mengelakkan penyakit kardiovascular, kanser dan berupaya untuk melambatkan penuaan (Warden *et al.*, 2001).

Teh merupakan sejenis minuman yang digemari oleh semua. Ia mempunyai kapasiti antioksidant yang tinggi. Minuman teh dibuat dengan menggunakan daun teh iaitu *Camellia sinensis*. Terdapat dua jenis daun teh yang digunakan iaitu var. *sinensis* dan var. *assamica* (Hara, 2000). Pengetahuan tentang kebaikan penggunaan teh untuk kesihatan masih tidak diketahui ramai. Ini menyebabkan kajian tentang daun teh giat dijalankan untuk mengetahui kebaikan penggunaan teh. Salah satu komponen yang dikaji adalah aktiviti antioksidant pokok daun teh dan juga dalam minuman tersebut.

Antioksidant dalam minuman teh adalah sesuatu yang amat berguna untuk kesihatan manusia. Diversiti kimia antioksidant menyebabkan ia tidak mudah untuk diasingkan dan dikuantifikasikan secara individu daripada sesuatu tumbuhan (Ou *et al.*, 2002). Penentuan kapasiti antioksidant dengan menggunakan satu tindak balas kimia

merupakan sesuatu yang tidak realistik (Huang *et al.*, 2005). Jadi pembangunan kaedah yang efisien untuk mengekstrak dan menguantifikasikan kapasiti antioksidant dalam sesuatu bahan menjadi tumpuan. Terdapat beberapa cara untuk menentukan kapasiti aktiviti antioksidant tersebut. Ini termasuklah kapasiti antioksidant persamaan trolox (TEAC), kapasiti antioksidant penurunan oksigen (ORAC), kapasiti antioksidant penurunan ferik (FRAP) dan kapasiti antioksidant penurunan 1,1- diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH).

Kaedah – kaedah yang disenaraikan diatas menunjukkan perbezaan dari segi keputusan untuk sampel – sampel yang dikaji. Kajian yang dilakukan oleh (Ou *et al.*, 2002) menunjukkan bahawa tidak ada hubungkait diantara penentuan kapasiti antioksidant melalui teknik ORAC dan FRAP. Manakala kajian yang dilakukan oleh (Awika *et al.*, 2002) menunjukkan hubungkait yang tinggi antara teknik ABTS, DPPH, dan ORAC bagi produk sorghum. Tujuan kajian ini dijalankan adalah untuk membandingkan efisiensi kaedah – kaedah DPPH, FRAP dan TEAC dalam penentuan kapasiti antioksidant dalam sampel teh hitam dan juga kompost teh hitam.

Banyak kajian telah dijalankan dalam usaha untuk menentukan aktiviti antioksidant dalam teh. Tetapi usaha untuk mengenalpasti kaedah yang sesuai untuk penentuan aktiviti antioksidant masih kurang dijalankan. Ini kerana penggunaan kaedah yang berbeza akan menyebabkan perbezaan dalam penentuan kapasiti antioksidant. Selain itu efisiensi sesebuah kaedah penentuan antioksidant adalah bergantung kepada jenis sampel yang digunakan. Selain itu, proses penentuan kapasiti antioksidant dalam teh adalah bergantung kepada jenis radikal yang digunakan dalam setiap kaedah.

Seterusnya, penentuan kapasiti antioksidant teh hitam dengan menggunakan teknik pengekstrakan yang berbeza iaitu pengekstrakan metanol dan pengekstrakan air panas dapat memberikan kapasiti antioksidant secara menyeluruh. Ini kerana kaedah pengekstrakan metanol dapat mengekstrak antioksidant larut dalam lemak manakala pengekstrakan air panas dapat mengekstrak antioksidant larut dalam air (Nwuha *et al.*, 1999). Jadi, efisiensi pengekstrakan sampel dapat dimaksimakan melalui dua jenis pengekstrakan.

1.2 Objektif kajian

- a) Menentukan jumlah polifenol dan flavonoid dalam sampel teh hitam dan kompost teh.
- b) Menentukan kaedah pengekstrakan yang mempunyai efisiensi yang tinggi untuk sampel teh hitam dan kompost teh hitam.
- c) Menentukan kapasiti antioksidant dengan menggunakan kaedah – kaedah yang berbeza iaitu kaedah perencatan radikal DPPH dan ABTS serta kaedah FRAP.

BAB 2

ULASAN KEPUSTAKAAN

2.1 Pengenalan

Teh merupakan sebuah produk yang diperbuat daripada daun teh iaitu *Camellia sinensis*. Terdapat dua jenis varieti daun teh iaitu *Camellia* var.*sinensis* dan *Camellia* var.*assamica*. Pada tahun 1958 British botanist J.R. Sealy klasifikasikan pokok teh dalam genus *Camellia* dan diberi nama seperti dibawah (Hara, 2000).

Kingdom	:Plantae
Divisi	:Magnoliophyta
Klass	:Magnoliopsida
Order	:Ericale
Famili	:Theaceae
Genus	:Camellia
Spesis	: <i>C.sinensis</i>

Var. *sinensis* dan var. *assamica* mempunyai perbezaan darisegi morfologi dan hibrid. Manakala perbezaan genetik antara dua variati ini adalah boleh diabaikan (Hara, 2000). Pokok teh tumbuh sehingga mempunyai saiz yang kecil kepada saiz medium. Pokok teh Var. *sinensis* adalah kecil seperti pokok renek dengan daun yang berwarna hijau tua. Pokok teh Var. *assamica* pula lebih tinggi dan lebar. Ia mempunyai daun hijau muda dan daun kuning di penghujung (Moddler, 2005).

Penggunaan daun teh sebagai minuman merupakan sesuatu yang dipraktikkan sebelum zaman 2737 BC lagi. Shen Nung merupakan maharaja China yang dapat menemui kebaikan penggunaan daun teh dan mengajar rakyatnya cara – cara menggunakan daun teh dalam diet mereka. (Hara, 2000). Pada masa kini di kebanyakan negara seperti China, India, dan Africa selatan penanaman pokok teh dilakukan secara besar – besaran. Ini kerana teh digunakan secara umum oleh semua masyarakat dan menjadi suatu tabiat untuk mereka.

Di China terutamanya di kawasan pergunungan Tibet tabiat minuman teh sudah sebatu dengan budaya mereka dan menunjukkan tanda tagih kepada minuman tersebut. Kebaikan penggunaan daun teh dalam minuman dapat dirasai oleh semua memandangkan ia mempunyai kuasa pembaik pulihan (Hara, 2000). Walaupun penggunaan teh dalam minuman merupakan sesuatu yang lama dipraktikkan, penyiasatan tentang komposisi kimia giat dijalankan.

Di Malaysia penanaman teh dilakukan di negeri Pahang, Selangor, Sabah dan juga Sarawak. Cameron Highland merupakan kawasan tanah tinggi yang popular dan utama dimana penanaman teh dilakukan secara besar – besaran. Di sabah pula penanaman teh dilakukan di kawasan Ranau. Tempat –tempat ini mempunyai tanah dan iklim yang sesuai untuk pertumbuhan pokok teh. Jadual 2.1 menunjukkan senarai negeri yang terlibat dalam pengeluaran teh bagi tahun 2005 hingga 2007.

Jadual 2.1: Keluasan dan pengeluaran teh di Malaysia bagi tahun 2005 – 2007.

Tahun	2005		2006		2007	
	Luas bertanam (Ha)	Pengeluaran (Mt)	Luas bertanam (Ha)	Pengeluaran (Mt)	Luas bertanam (Ha)	Pengeluaran (Mt)
Pahang	1165	3075	2478	5056	2000	4000
Selangor	212	273	212	273	212	400
Sabah	336	553	402	800	400	800
Sarawak	-	-	168	84	112	220

Data keluasan bertanam dan pengeluaran tanaman kelapa, kopi, teh dan tebu mengikut negeri (2003 – 2008).

Sumber: Jabatan Pertanian Negara

2.2 Teh

Teh diklasifikasikan kepada tiga kategori iaitu, teh hijau, teh oolong dan teh hitam. Klasifikasi teh ini adalah berdasarkan kepada cara pemprosesan daun teh tersebut. Teh hijau diproses melalui pengewapan panas daun teh untuk menyahaktifkan enzim oksidatif. Manakala teh oolong diproses dengan separuh fermentasi. Teh hitam merupakan daun teh yang difermentasikan sepenuhnya. Daun teh yang segar melalui beberapa proses termasuk fermentasi dimana daun tersebut dioksidakan dan bertukar menjadi teh hitam (Luczaj & Skrzydlewska, 2005).

2.3 Pemprosesan teh hitam

Pertimbangan kritikal tentang kesan fisiologi dan farmakologi teh hitam memerlukan latar belakang pemprosesan teh hitam. Terdapat enam proses yang melibatkan penghasilan teh hitam. Ia termasuklah penuaian daun teh segar, layuan, penggulungan, fermentasi, pengeringan dan penggredan. Pertama sekali, pucuk teh dipetik dengan menggunakan mesin mekanikal atau memetik dengan menggunakan tangan. Penuaian pucuk teh dilakukan pada waktu diantara 6 pagi sehingga 11 pagi. Pertumbuhan pucuk teh bergantung kepada keadaan seperti iklim, cuaca, suhu, latitud dan altitud. Purata masa yang diperlukan untuk tunas berkembang sebagai pucuk untuk menuai adalah 55 hari hingga 80 hari. Namun dinegara – negara tropika penuaian dilakukan secara seragam sepanjang tahun (Moddler, 2005).

Selepas itu, pucuk teh yang dipetik akan dihantar untuk proses layuan. Dalam proses ini kelembapan daun disingkirkan supaya daun itu dapat dioksidakan. Kelembapan yang terdapat pada daun teh segar adalah diantara 75% hingga 83% (Tomlins *et al.*, 1997). Daun teh disebar dalam rak khas, penuip angin panas digunakan untuk mengurangkan kelembapan daun teh. Dalam proses penggulungan pula, daun teh yang layu dimasukkan dalam mesin dan dihancurkan. Proses ini menyebabkan daun teh berpecah dan membebaskan enzim untuk proses oksidasi. Daun teh teroksida apabila ia terdedah kepada udara. Warna daun teh bertukar menjadi warna coklat dan seterusnya kepada hitam. Terakhir sekali daun teh yang difermentasikan sedia untuk proses pengeringan (Hara, 2000).

Dalam proses pengeringan, kelembapan yang berlebihan disingkirkan. Selepas itu, ia dihantar untuk proses pengreddan dimana teh hitam diasingkan mengikut saiz partikel dan dibungkus mengikut kehendak pelanggan. Berikut adalah jadual pengreddan teh.

Jadual 2.2: Jenis pengredan daun teh hitam mengikut saiz partikel.

Jenis Pengreddan	Penjelasan
<i>Broken Orange Pekoe</i> (BOP)	Merupakan gred teh dengan ciri – ciri liquoring yang bagus.
<i>Broken Orange Pekoe Fannings</i> (BOPF)	Gred teh yang lebih kecil dengan ciri – ciri liquoring yang kuat.
<i>Fannings</i> (Fngs)	Gred ini mempunyai partikel yang kecil dan digunakan untuk beg teh.
<i>Dust</i> (D)	Gred yang paling kecil dibahagikan kepada dust 1, dust 2 dan dust 3.

Sumber: www.sabahtea.net

2.4 Kompost teh hitam

Pemprosesan teh hitam meninggalkan bahan buangan yang dipanggil kompost teh. Hasil sampingan ini digunakan sebagai baja untuk tanaman. Selain itu, kompos teh digunakan sebagai makanan haiwan ternakan. Kompos teh hitam mempunyai nitrogen dan tannin yang banyak dan juga karbohidrat yang larut dalam air. Dianggarkan bahawa kompost teh mengandungi 6.3% asid tannik (Senol *et al.*, 2006). Komposisi asid tannik yang tinggi dalam kompost merupakan faktor pengehad yang menghalang penggunaan kompost teh hitam dalam makanan haiwan.

Kajian menunjukkan bahawa, penggunaan kompost teh dalam nisbah 1:50 dicairkan tidak akan memberi kesan negatif kepada haiwan ternakan tersebut. Kompost teh hitam ini juga digunakan untuk mengekstrak kafein (Senol *et al.*, 2006). Selain itu, kompost teh hitam digunakan sebagai kasing untuk penanaman cendawan. Campuran kompost teh hitam dengan tanah gambut dalam nisbah 1:1. dengan ini kompost teh yang dibuang dapat dimanfaatkan dan kos penghasilan kasing dapat dikurangkan (Gulser *et al.*, 2003). Hasil sampingan teh hitam ini telah dilaporkan bahawa mempunyai kapasiti antioksidant yang tinggi. Jadi kompost teh hitam boleh dijadikan sebagai

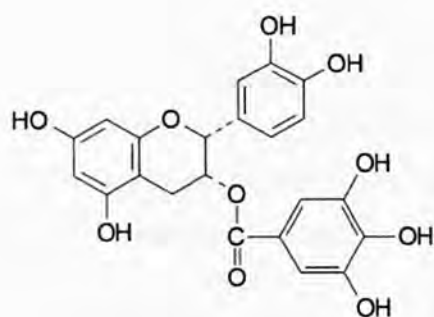
sumber antioksidant semulajadi dalam industri makanan ataupun dalam ternakan haiwan.

2.5 Komposisi teh hitam.

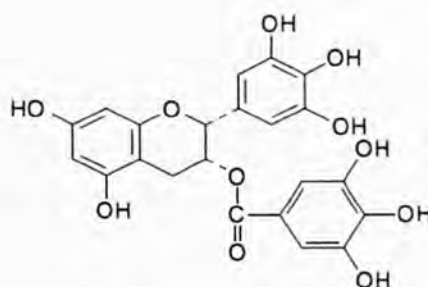
Daun teh yang segar mempunyai 36% polifenolik kompoun, 25% karbohidrat, 15% protein, 6.5% lignin, 5% abu, 4% asid amino, 2% lemak, 1.5% asid organik, 0.5% klorofil, karotinoid dan bahan yang mudah meruap. Daun teh merupakan sumber semulajadi flavonoid. Teh hitam mempunyai 25% hingga 30% kandungan flavonoid termasuk quercetin dan ester gallik (Luczaj & Skrzydlewska, 2005).

Flavonoid tumbuh –tumbuham boleh dikategorikan dalam enam kelas. Flavones, flavanones, isoflavones, flavonols, flavanols dan anthocyanins adalah kelas flavonoid. Ia dikategorikan berdasarkan struktur dan konformasi oksigen. Kelas utama flavonoid yang terkandung dalam teh hitam adalah flavanols dan flavonols. Katekin teh adalah flavanols yang terdapat dalam daun teh. Selain itu, flavonols utama yang terdapat dalam daun teh adalah quercetin, kaempferol, dan myricetin. Dua peratus daripada ekstrak larut air adalah flavonols (Wang *et al.*, 2000)

Katekin yang paling penting adalah *epigallocatechin gallate* (EGCG), *epigallocatechin* (EGC), *epicatechin gallate* (ECG), dan *epicatechin* (EC). Katekin adalah tidak berwarna dan larut dalam air serta memberikan rasa pahit kepada teh. Sifat teh, warna dan aroma berkait langsung dengan modifikasi katekin dalam daun teh (Luczaj & Skrzydlewska, 2005). Pengurangan kandungan katekin dalam daun teh semasa pemprosesan teh hitam berkait rapat dengan peningkatan alkohol monoterpene (Rice-Evans *et al.*, 1997). Struktur kimia *epigallocatechin* (EGC), *epigallocatechin gallate* (EGCG) ditunjukkan dalam rajah 2.1.



(-)-Epicatechin gallate (ECG)



(-)-Epigallocatechin gallate (EGCG)

Rajah 2.1: Struktur kimia *epigallocatechin gallate* (EGCG) dan *epigallocatechin* (EGC).

Sumber: Turkmen *et al.* (2007)

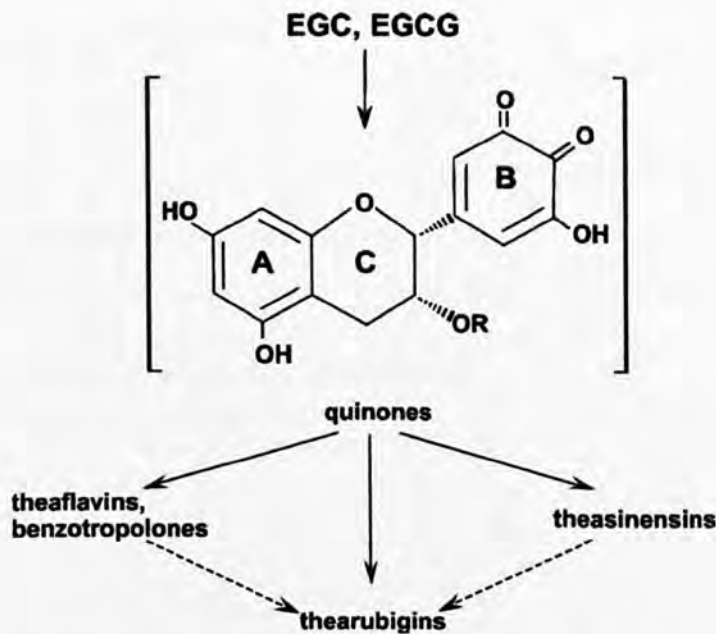
2.6 Kepentingan Theaflavin

Theaflavin merupakan kumpulan polifenol yang terdapat dalam teh hitam dan teh oolong. Theaflavin terbentuk daripada pempolimeran catechin dalam proses fermentasi ataupun semifermentasi dalam pembuatan teh hitam dan teh oolong. TF menyumbangkan ciri – ciri warna jingga merah kepada teh hitam. TF yang utama yang terdapat dalam teh hitam adalah theaflavin (TF1), theaflavin-3-gallate (TF2A), theaflavin-3'-gallate (TF2B) dan theaflavin -3,3'-digallate (TF3) (Wang & Li, 2006). Sejak kebelakangan ini, kedua – dua katekin dan TF telah mendapat perhatian sebagai agen yang dapat melindungi daripada penyakit kardiovaskular dan kanser. Ia juga mempunyai kebaikan darisegi farmaseutikal seperti antihipertensif, antioksidatif dan aktiviti hipolipidemik (Lambert & Yang, 2003).

Semasa pemprosesan teh hitam, monomer flavan-3-ol dioksidakan dan dipolimerkan untuk membentuk theaflavin dan thearubigins. Perubahan berlaku semasa daun teh dikoyak untuk mendedahkan vakuolar flavan-3-ol untuk dioksidakan. Enzim polifenol oksidase (PPO, EC 1.10.3.1) dan peroksidase (POD, EC1.11.1.7) berkebolehan untuk mengoksidakan flavan-3-ol. Walaubagaimanapun, dipercayai hanya polifenol oksidase sahaja yang bertanggungjawab dalam fermentasi teh hitam (Wang & Li, 2006).

Penghasilan theaflavin adalah daripada enam jenis flavan-3-ol iaitu (+)-catechin, (+)-gallocatechin, (-)-epicatechin, (-)-epigallocatechin, (-)-epicatechin-3-gallate dan (-)-epigallocatechin-3-gallate. Theaflavin disintesis daripada katekin melalui proses kondensasi diantara di dan trihidroksi B ring katekin (Wright *et al.*, 2002). Tindak balas ini melibatkan kondensasi B ring katekin dengan quinones, diikuti dengan penambahan *gallocatechin quinone* kepada katekin quinone dan seterusnya dekarboksilasi.

Rajah 2.2 meringkaskan pembentukan thearubigins daripada theaflavin, benzotropolones dan theasinensis. Dimer yang lain juga terbentuk dalam fermentasi teh hitam iaitu, theasinensis, theflavates, oolongtheanin dan theacitrins. Seterusnya rajah 2.3 menerangkan mekanisma pembentukan theaflavin. Empat theaflavin yang utama terbentuk daripada pasangan substrat flavan-3-ol. Trihidroksi flavan-3-ol (EGCg) digallatekan untuk membentuk theaflavin-3-gallate (TF2A). Manakala dihidroksi flavan-3-ol (ECg) digallatekan untuk membentuk theaflavin-3'-gallate (TF2B). Apabila kedua – dua flavan-3-ol digallatekan (EGCg dan ECg), theaflavin-3,3'-digallate (TF3) (Luczaj & Skrzydlewska, 2005).



Rajah 2.2 : Mekanisma pembentuk thearubigins

Sumber: Luczaj & Skrzydlewska (2005).

Rujukan

- Adedapo, A.A., Jimoh, F.O., Atolayan, A.J. & Masika, P.J. 2009. Antioxidant Properties of the methanol extracts of the leaves & Stems of *Celtis africana*. *Records of natural products*. **3**: 23-31.
- Alarcon, E., Campos, A.M., Edwards, A.M., Lissi, E. & Lopez-Alarcon, C. 2008. Antioxidant capacity of herbal infusion and tea extracts: A comparison of ORAC-fluorescein and ORAC pyrogallol red methodologies. *Food Chemistry*. **107**: 1114-1119.
- Almajano, M.P., Carbo, R., Jimenez J.A.L. & Gorden, M.H. 2008. Antioxidant and antimicrobial activities of tea infusions. *Food Chemistry*. **108**: 55-63.
- Astill, C., Birch, M. R., Dacombe, C., Humphrey, P. G. & Martin, P. T. 2001. Factors affecting the caffeine and polyphenol contents of black and green tea infusions. *Journal of Agriculture and Biochemistry*. **49**: 5340-5347.
- 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. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. **51**: 6657-6662.
- 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 tea by ferric reducing / antioxidant power assay. *Journal of Agriculture Food Chemistry*. **47**: 633-636.
- Berg, R., Haenen, G. R.M.M., Berg, H. & Bast, A. 1999. Applicability of an improved Trolox equivalent antioxidant capacity (TEAC) assay for evaluation of antioxidant capacity measurements of mixtures. *Food Chemistry*. **66**: 511-517.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E. & Berset, C. 1995. Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensm-Wiss.u.-Technology*. **28**: 25-30.

- Chan, E.W.C., Lim, Y.Y. & Chew, Y.L. 2007. Antioxidant activity of *Camellia sinensis* leaves and tea from a lowland plantation in Malaysia. *Food Chemistry*. **102**: 1214-1222.
- Druzynska, B., Stepniewska, A. & Wolosiak, R. 2007. The influence of time and type of solvent on efficiency of the extraction of polyphenols from green tea and antioxidant properties obtained extracts. *Technologica Alimentaria*. **6**(1): 27-36.
- Dufresne, C.J. & Farnworth, E.R. 2001. A review of latest findings on the health promotion properties of tea. *Journal of Nutritional Biochemistry*. **12**: 404-421.
- Farhoosh, R., Golmovahhed, G.A. & Khodaparast, M.H.H. 2007. Antioxidant activity of various extract of old tea leaves and black tea wastes (*Camellia sinensis* L.). *Food Chemistry*. **100**: 231-236.
- Gardener, P.T., White, T.A.C, McPhail D. C. & Duthie, G.G. 2000. The relative contributions of vitamin C, carotenoids and phenolics to the antioxidant potential of fruits. *Food Chemistry*. **68**: 471-474.
- Gramza, A. Pawlak-Lemanska, K. Korczak, J. Wasowicz, E. & Rudzinska, M. 2005. Tea Extracts as Free Radical Scavengers. *Polish Journal of Environmental Studies*. **14**(6): 861-867.
- Gulser, C. & Peksen, A. 2003. Using tea waste as a new casing material in mushroom (*Agaricus bisporus* (L.) Sing.) cultivation. *Bioresource technology*. **88**: 153-156.
- Hara, Y. 2000. Green tea: Health benefits and applications. Marcel Dekker Inc. New York.
- Huang, D., Ou, B. & Prior, R.L. 2005. The chemistry behind antioxidant capacity assay. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. **53**: 1841-1856.
- Karori, S.M., Wachira, F.N., Wanyoko, J.K. & Ngure, R.M. 2007. Antioxidant capacity of different types of tea product. *African Journal of Biotechnology*. **6**(19): 2287-2296.
- Khan, N., Afaq, F., Saleem, M., Ahmad, N. & Mukhtar, H. 2006. Targeting multiple signaling pathways by green tea polyphenol (-)-epigallocatechin-3-gallate. *Cancer Research*. **66**: 2500-2505.

- Khan, N. & Mukhtar, H. 2007. Tea polyphenols for health promotion. *Life sciences*. **81**: 519-533.
- Lambert, J. D. & Yang, C. S. 2003. Mechanisms of cancer prevention by tea constituents. *Journal of Nutrition*. **133**: 3262-3267.
- Luczaj, W. & Skrzydlewska, E. 2005. Antioxidative properties of black tea. *Preventive Medicine*. **40**: 910-918.
- Madhavi, D.L., Singhal, R.S. & Kulkarni, P.R. 1996. Technological Aspects of food antioxidants. In Madhavi, D.L., Desphande, S.S. & Salunke, D.K. (eds.). *Food Antioxidants*. New York: Marcel Dekker.
- Manzocco, L., Anese, M. & Nicoli, M.C. 1998. Antioxidant properties of tea extracts as affected by processing. *Lebensmittel – Wissenschaft Und – Technologie*. **31**: 694-698.
- Maisuthisakul, P., Suttajit, M. & Pongsawatmanit, R. 2007. Assessment of phenolic content and free radical-scavenging capacity of some Thai indigenous plants. *Food Chemistry*. **100**: 1409-1018.
- Milliauskas, 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.
- Miller, A. L. 1996. Antioxidant flavonoids: structure, function, and clinical usage. *Alternative Medicine Review*. **1**: 103-111.
- Modder, W.W.D. 2005. Tea. In Crops Chopra, V.L. & Peter, K.V.(eds.). *Handbook of Industrial*. 459-495. Howorth Press.
- Mukhtar, H. & Ahmad, N. 2000. Tea polyphenols: prevention of cancer and optimizing health. *American Journal of Clinical Nutrition*. **71**: 1698-1702.
- Muthumani, T. & Kumar R.S.S. 2007. Influence of fermentation time on the development of compounds responsible for quality in black tea. *Food Chemistry*. **101**: 98-102.

- Nkubana, A. & He, Q. 2008. A comparative study of antioxidant activity between black tea from Rwandan Highlands with green tea and oolong teas from China. *International Journal of Food Safety, Nutrition & Public Health*. **1**(2): 159-166.
- Nwuha, V. Nakajima, M. Tong, J. & Ichikawa, S. 1999. Solubility study of green tea extracts in pure solvents and edible oils. *Journal of Food Engineering*. **40**: 161-165.
- Osman, H., Lee, B.C. & Fong, L.L. 2004. The polyphenol profile and antioxidation potential of tea leaf stalk waste from lowland tea plantation. *Journal of Food Technology*. **2**(4): 202-206.
- Ou, B., Huang, D., Hampsch-Woodhill, M., Flanagan, J.A. & Deemer, E.K. 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 Agriculture and Food Chemistry*. **50**: 3122-3128.
- Percival, M. 1998. Antioxidants. *Clinical Nutrition Insights Nut*: 10/98.
- Prior, R.L., Wu, X. & Schaich, K. 2005. Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. **53**: 4290-4302.
- Proteggente, A. R., Pannala, A.S., Paganga, G., van Buren, L., Wagner, E., Wiseman, S. van de, F., Put, C. & Rice-Evans C. A. 2002. The antioxidant activity of regularly consumed fruit and vegetables reflects their phenolic and vitamin C composition. *Free Radical Research*. **36**: 217-233.
- Pulido, R., Bravo, L. & Saura-calixto, F. 2000. Antioxidant activity of dietary polyphenols as determined by a modified reducing / antioxidant power assay. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. **48**: 3396-3402.
- Re, R., Pellergrini, N., Proteggenete, A., Pannala, A., Yang, M. & Rice-Evans, C. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology & Medicine*. **26**: 1231-1237.
- Rice-Evans, C.A., Miller, N.J. & Paganga, G. 1997. Antioxidant properties of phenolic compounds. *Trends in plant reviews*. **2**: 152-158.

- Rietveld, A. & Wiseman, S. 2003 Antioxidant effects of tea: Evidence from human clinical trials. *Journal of Nutrition*. **133**: 3285s-3292s.
- Roginsky, V. & Lissi, E.A. 2005. Review of methods to determine chain breaking antioxidant activity in food. *Food Chemistry*. **92**: 235-254.
- Saeed, M.K., Deng, Y., Dai, R. & Yu, Y. 2007. Optimization of Condition for Maximum Recovery of Antioxidants from *Cephalotaxus sinensis* and their FRAP Assay. International Conference on Complex Medical Engineering. hlm. 1664-1667.
- Senol, A. & Aydin, A. 2006. Solid-liquid extraction of caffeine from tea waste using battery type extractor: Process optimization. *Journal of Food Engineering*. **75**: 565-573.
- Shahidi, F. & Naczk, M. 2003. Phenolics Food And Nutraceuticals. CRC Press LLC. Boca Raton.
- Tomlins, K.I. & Mashingaidze, A. 1997. Influence of withering, including leaf handling, on the manufacturing and quality of black tea – a review. *Food Chemistry*. **60**: 573-580.
- Turkmen, N., Sari, F. & Velioglu, Y. S. 2006. Effects of extraction solvents on concentration and antioxidant activity of black and black mate tea polyphenols determined by ferrous tartate and Folin-Ciocalteu methods. *Food Chemistry*. **99**: 835-841.
- Turkmen, N., Sari, F. Velioglu, Y. S. & Polat, G. 2007. Effect of Extraction Conditions on Measured Total Polyphenol Contents and Antioxidant and Antibacterial Activities of Black Tea. *Molecules*. **12**:484 – 496.
- Valko, M., Leibfritz, D., Moncol, J., Cronin, M.T.D., Mazur, M. & Telser, J. 2007. Free radical and antioxidant in normal physiological functions and humans disease. *The International Journal of Biochemistry & Cell Biology*. **39**: 44-84.
- Vertuani, S., Bosco, E., Braccioli, E. & Manfredini, S. 2004. Water soluble antioxidants capacity of different teas determination by photochemiluminescence. *Nutrafoods*. **3**(2): 5-11.

- Vinson, J. A., Dabbagh, Y. A., Serry, M. M. & Jang, J. H. 1995. Plant flavonoids, especially tea flavonols, are powerful antioxidants using an in vitro oxidation model for heart disease. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. **43**: 2800-2802.
- Yang, C.S., Lambert, J.D., Ju, J., Lu, G. & Sang, S. 2007a. Tea and cancer prevention: Molecular mechanism and human relevance. *Toxicology and Applied Pharmacology*. **224**: 265-273.
- Yang, Z., Xu, Y., Jie, G., He, P. & Tu, Y. 2007b. Study on the antioxidant activity of tea flowers (*Camellia Sinensis*). *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition* **16**(1): 148-152.
- Young, I. S. & Eney, M. J. 2001. Lipoprotein and atherosclerosis. *Biochemical Society Transactions*. **29**: 358-362.
- Wang, C. X. & Li, Y. Q. 2006. Research progress on property and application of theaflavins. *African Journal of Biotechnology* **3**: 213-218.
- Wang, H., Cao, G. & Prior, R.L. 1996. Total antioxidant capacity of fruits. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. **44**: 701-705.
- Warden, B.A., Smith, L.S., Beecher, G.R. & Balentine, D.A. 2001. Catechins are bioavailable in men and women drinking black tea throughout the day. *The Journal of Nutrition*. **131**: 1731-1737.
- Weisburger, J.H. 1997. Tea and Health : A Historical Perspective. *Cancer letters*. **114**: 315-317.
- Wright, L.P., Mphangwe, N.I.K., Nyirends, H.E. & Apostolides, Z. 2002. Analysis of the formation of the theaflavin composition in black tea (*Camellia sinensis*) for predicting the quality of tea produced in Central and Southern Africa. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. **82**: 517-525.
- Wu, C.D. & Wei, G.X. 2002. Tea as functional food for oral health. *Nutrition*. **18**: 443-444.
- Zhou, K. & Yu, L. 2004. Effect of extraction solvent on wheat bran antioxidant activity estimation. *Lebensmittel – Wissenschaft Und – Technologie*. **37**: 717-721.