

**PENENTUAN SEBATIAN MERUAP
DAUN TEH CAMERON HIGHLANDS**

LOY WEE VERN

PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

**TESIS INI DIKEMUKAKAN UNTUK
MEMENUHI SYARAT MEMPEROLEHI
IJAZAH SARJANA MUDA SAINS MAKANAN
DENGAN KEPUJIAN
(TEKNOLOGI MAKANAN DAN BIOPROSES)**

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



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS

Penentuan sebatan memap daun teh Cameron

Ijazah sarjana muda sains makanan dengan kepujian (Teknologi makanan dan Bioproses)

SESI PENGAJIAN: 2008/2009

LOY WEE VERN

(HURUF BESAR)

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

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

SULIT

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

TERHAD

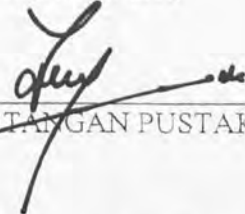
(Mengandungi maklumat TERHAD yang telah ditentukan oleh organisasi/badan di mana penyelidikan dijalankan)

TIDAK TERHAD

Disahkan oleh

Loy Wee Vern

(TANDATANGAN PENULIS)



(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

Tetap: 4, Jalan muda 68,

Kawasan 19, di Jalan Meru,

Klang, Selangor D.E

Puan Nor Qhairul Izzreen Mohd Noor

Nama Penyelia

Tarikh: 25/5/2009

Tarikh: 25/5/2009

- TAMBAHAN: * 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, disertasi bagi pengajian secara kerja kursus dan penyelidikan, atau Laporan Projek Sarjana Muda (LPSM)



UMS
 UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

PENGAKUAN CALON

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

17 April 2009

Loy Wee Vern

LOY WEE VERN
HN 2005 - 2698

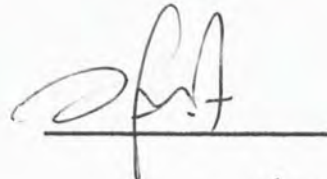


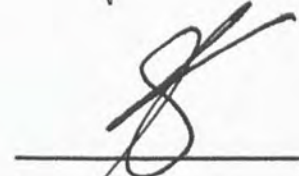
PENGESAHAN

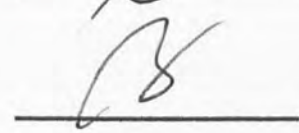
NAMA : LOY WEE VERN
NO. MATRIKS : HN 2005 – 2698
TAJUK : PENENTUAN SEBATIAN MERUAP DAUN TEH CAMERON
HIGHLANDS
IJAZAH : SARJANA MUDA SAINS TEKNOLOGI MAKANAN DAN
BIOPROSES
TARIKH VIVA : 11 MEI 2009

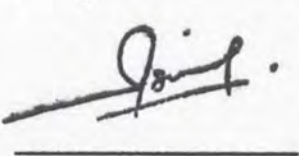
DISAHKAN OLEH

1. **PENYELIA**
(PUAN NOR QHAIRUL IZZREEN MOHD NOOR)
2. **PEMERIKSA PERTAMA**
(PROF. MADYA DR. SHARIFUDIN MD. SHAARANI)
3. **PEMERIKSA KEDUA**
(DR. LEE JAU SHYA)
4. **DEKAN SEKOLAH**
(PROF. MADYA DR. MOHD. ISMAIL ABDULLAH)









PENGHARGAAN

Pertama sekali saya ingin mengucapkan syukur kepada Tuhan kerana dengan berkat dan kesabaran yang diberikan-Nya, saya telah berjaya menyiapkan penulisan tesis walaupun terdapat pelbagai halangan dan cabaran yang harus ditempuhi sepanjang tempoh kajian dijalankan.

Saya ingin mengucapkan ribuan terima kasih kepada Puan Nor Qhairul Izzreen atas segala bimbingan, tunjuk ajar dan bantuan beliau sepanjang penulisan tesis ini. Di samping itu, saya juga ingin berterima kasih kepada pihak Institut Biologi Tropika dan Pemuliharaan (IBTP) serta SST atas penggunaan alatan SDE, mesin SFE dan GCMS dan juga kepada pihak MARDI Cameron Highlands atas kebenaran untuk mendapatkan sampel daun teh dan penggunaan makmal MARDI.

Akhir sekali, saya ingin mengucapkan terima kasih kepada keluarga saya atas dorongan dan sokongan yang diberikan serta rakan-rakan yang banyak bertolak ansur dan memberi sokongan untuk bersama-sama menyiapkan tesis ini.

Sekian.

ABSTRAK

Penyelidikan ini bertujuan untuk menentukan kandungan sebatian meruap daun teh Cameron Highlands. Sampel daun teh pada tiga tahap kematangan; daun muda, daun pertengahan dan daun tua diekstrak dengan tiga cara pengekstrakan iaitu pengekstrakan dengan kaedah penyulingan stim (SDE), pengekstrakan dengan menggunakan bendalir superkritikal (SFE) dan pengekstrakan dengan menggunakan pelarut (SE). Hasil ekstrak dianalisis dengan menggunakan gas kromatografi-jisim spektrometri (GCMS). Dalam kajian secara kualitatif ini, keputusan analisis menunjukkan sebanyak 42 jenis kompaun sebatian meruap dapat dikenalpasti yang terdiri daripada 15 alkohol, 4 karbonil, 3 ester, 4 asid dan 16 hidrokarbon. Sebanyak 35 jenis kompaun sebatian meruap yang dapat dikesan daripada ekstrak SFE, 31 kompaun daripada ekstrak SDE dan 28 kompaun daripada ekstrak SE. Kepekatan relatif kebanyakan kompaun yang dikenalpasti adalah didapati menurun dengan peningkatan kematangan daun teh. Analisis statistik menunjukkan terdapat perbezaan yang signifikan ($p < 0.05$) antara cara pengekstrakan SDE dengan SE dan SFE dengan SE tetapi tidak terdapat perbezaan yang signifikan ($p > 0.05$) antara SDE dengan SFE dari segi peratusan kepekatan relatif kompaun sebatian meruap yang hadir. Selain itu, adalah didapati juga tidak terdapat perbezaan yang signifikan antara ketiga-tiga tahap kematangan daun teh dari segi peratusan kepekatan relatif kompaun sebatian meruap yang hadir. Setiap kumpulan kompaun yang dikenalpasti memainkan peranan yang penting dalam pembentukan aroma teh. Kesan dan kecekapan setiap cara pengekstrakan dapat diperhatikan daripada jenis kumpulan kompaun yang diekstrak olehnya.

ABSTRACT

VOLATILE FLAVOUR PROFILING OF CAMERON HIGHLANDS TEA LEAVES

The purpose of this study is to determine the volatile flavour compounds of Cameron Highlands tea leaves. Tea leaves sample consist of three stages of leaf maturity; young leaf, intermediate leaf and old leaf. The samples are extracted using three extraction methods that are simultaneous steam distillation solvent extraction (SDE), supercritical fluid extraction (SFE) and solvent extraction (SE). The extracted compounds are analyzed using GCMS. Result showed that there are 42 compounds are identified and it consists of 15 alcohols, 4 carbonyls, 3 esters, 4 acids and 16 hydrocarbons. 35 types of compounds are identified from SFE extract, 31 compounds from SDE and 28 compounds for SE. The relative concentration for most of the identified compounds are found to be decreasing with an increase in the maturity of the tea leaves. In this qualitative study, statistical analysis showed that there is a significant difference at ($p < 0.05$) between the extraction methods of SDE with SE and SFE with SE but there is no significant difference ($p > 0.05$) between SDE with SFE. Besides, it is also shown that there is no significant difference between the three stages of maturity for the tea leaves. Every group of compounds identified plays an essential role in the formation of tea aroma. The effect and efficiency of each extraction method can be observed by how each group of compounds is being extracted.



SENARAI KANDUNGAN

	Halaman
TAJUK	i
PENGAKUAN CALON	ii
PENGESAHAN	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
SENARAI KANDUNGAN	vii
SENARAI JADUAL	x
SENARAI FOTO	xi
SENARAI RAJAH	xii
SENARAI SIMBOL	xiii
SENARAI LAMPIRAN	xiv
BAB 1: PENGENALAN	1
BAB 2: ULASAN KEPUSTAKAAN	
2.1 Tumbuhan Teh	4
2.2 Pemprosesan Daun Teh	5
2.2.1 Pemprosesan Teh Hitam	5
2.2.2 Pemprosesan Teh Oolong	6
2.2.3 Pemprosesan Teh Hijau	6
2.3 Teh Hijau	7
2.3.1 Komposisi Kimia Teh Hijau	8
2.3.2 Nilai Nutrisi Dan Kebaikan Teh Hijau	9
2.4 Penghasilan Sebatian Meruap Dalam Daun Teh	10



2.5	Cara-Cara Pengekstrakan	11
2.5.1	Pengekstrakan Dengan Kaedah Penyulingan Stim	11
2.5.2	Pengekstrakan Dengan Menggunakan Bendalir Superkritikal	12
2.5.3	Pengekstrakan Dengan Menggunakan Pelarut	13
2.6	Penganalisaan Sampel	14
2.6.1	Kromatografi Gas-Jisim Spektrometri	14

BAB 3: BAHAN DAN KAEDAH

3.1	Bahan	16
3.2	Penyediaan Sampel	18
3.3	Kaedah Analisis	19
3.3.1	Pengekstrakan Dengan Kaedah Penyulingan Stim (SDE)	19
3.3.2	Pengekstrakan Dengan Bendalir Superkritikal (SFE)	21
	a. Mesin SFE	
	b. Proses Pengekstrakan	
3.3.3	Pengekstrakan Dengan Menggunakan Pelarut (SE)	23
3.4	Penentuan Kandungan Sebatian Meruap Dengan Menggunakan GCMS	23
3.5	Analisis Statistik	24

BAB 4: KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

4.1	Jumlah Peratusan Kepekatan Relatif Kompaun	25
4.2	Kumpulan Alkohol	28
4.3	Kumpulan Karbonil	29
4.4	Kumpulan Ester	31
4.5	Kumpulan Asid	33
4.6	Kumpulan Hidokarbon	34

BAB 5: KESIMPULAN DAN CADANGAN

5.1	Kesimpulan dan Cadangan	36
	RUJUKAN	38
	LAMPIRAN	46



SENARAI JADUAL

	Halaman
Jadual 2.1: Jenis-jenis teh hijau yang dihasilkan	8
Jadual 2.2: Komposisi min (%) antara teh hijau dengan the hitam	9

SENARAI FOTO

	Halaman
Foto 3.1: Sampel daun teh yang dipetik dari Cameron Highlands mengikut tahap kematangan; daun tua (sebelah kiri), daun pertengahan (tengah) dan daun muda (sebelah kanan)	17
Foto 3.2: Apparatus Likens-Nickerson	20
Foto 3.3: Pemekatan dengan menggunakan kolum Vigreux	20
Foto 3.4: Mesin SFE	21
Foto 3.5: Botol pengumpul hasil ekstrak	22

SENARAI RAJAH

	Halaman
Rajah 3.1: Posisi daun teh mengikut darjah kematangan	17
Rajah 4.1: Peratus jumlah kepekatan relatif kompaun yang diekstrak dengan SDE, SFE dan SE mengikut tahap kematangan sampel daun teh	26
Rajah 4.2: Kepekatan relatif kompaun alkohol yang diekstrak secara SDE, SFE dan SE mengikut tahap kematangan daun teh	28
Rajah 4.3: Kepekatan relatif kompaun karbonil yang diekstrak secara SDE, SFE dan SE mengikut tahap kematangan daun teh	30
Rajah 4.4: Kepekatan relatif kompaun ester yang diekstrak secara SDE, SFE dan SE mengikut tahap kematangan daun teh	31
Rajah 4.5: Kepekatan relatif kompaun asid lemak yang diekstrak secara SDE, SFE dan SE mengikut tahap kematangan daun teh	33
Rajah 4.6: Kepekatan relatif kompaun hidrokarbon yang diekstrak secara SDE, SFE dan SE mengikut tahap kematangan daun teh	34

SENARAI SIMBOL

%	-	peratus
°C	-	darjah Celsius
-	-	hingga
/	-	atau
g	-	gram
ml	-	mililiter
cm ²	-	sentimeter persegi
Pa	-	<i>Pascal</i>
α	-	alfa
β	-	beta
CO ₂	-	Karbon dioksida
SDE	-	<i>Steam Distillation Solvent Extraction</i>
SFE	-	<i>Supercritical Fluid Extraction</i>
SE	-	<i>Solvent Extraction</i>
GCMS	-	<i>Gas Chromatography-Mass Spectrometry</i>
rpm	-	Putaran per minit
eV	-	Voltan electron
a.m.u	-	<i>Atomic mass unit</i>
RT	-	Masa penahanan



SENARAI LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran A: Kepekatan relatif (%) kompaun yang diekstrak secara SDE, SFE dan SE mengikut tahap kematangan daun teh	46
Lampiran B: Kompaun sebatian meruap dengan struktur molekulnya	49
Lampiran C: Kromatogram ekstrak SDE	53
Lampiran D: Kromatogram ekstrak SFE	55
Lampiran E: Kromatogram ekstrak SE	57



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Pengenalan

Teh merupakan jenis minuman yang paling banyak diminum dalam dunia selepas air (Muktar & Ahmad, 2000) kerana ia memiliki ciri-ciri yang menyegarkan serta memberikan sedikit kesan perangsang pada peminumnya (Yao *et al.*, 2006). Daun teh yang dipetik daripada ladang teh akan terus diproses untuk menghasilkan kebiasaannya tiga jenis minuman teh iaitu teh hitam, teh Oolong dan teh hijau. Secara amnya, teh dapat diklasifikasikan berdasarkan cara pemprosesan dimana darjah fermentasi merupakan salah satu ciri penting dalam membezakan jenis teh yang dihasilkan (Wang *et al.*, 2008). Daun teh merupakan komoditi eksport yang penting untuk negara-negara penghasil seperti India, China, Kenya dan Sri Lanka. Berdasarkan kajian statistik yang dijalankan oleh *International Tea Committee*, penghasilan daun teh sedunia dari 1988-1998 didapati meningkat dari 2.48 juta ton metrik kepada 2.96 juta ton metrik dengan kadar peningkatan tahunan sebanyak 1.9 % (*Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition* 2003:5739).

Minuman teh sering dinikmati disebabkan oleh aromanya selain daripada kebaikannya untuk kesihatan. Aroma teh adalah sebatian perisa meruap (*volatile flavour compounds, VFC*) yang dihasilkan semasa pemprosesan daun teh. Aroma teh digunakan sebagai salah satu parameter kualiti yang penting dalam penentuan harga



teh yang dihasilkan (Ravichandran, 1997). Pelbagai kajian telah dijalankan untuk mengenalpasti komponen-komponen sebatian perisa meruap pelbagai jenis teh (Ravichandran & Parthiban, 1998; Hattori *et al.*, 2005; Kumazawa, 2006; Wang *et al.*, 2008) dan juga penentuan komponen spesifik yang mempengaruhi aroma teh secara keseluruhan (Wang *et al.*, 2008).

Minuman teh menjadi semakin popular di kalangan orang ramai disebabkan oleh terdapat bukti kajian yang mengaitkannya dapat mencegah sesetengah jenis penyakit (Chaudhuri *et al.*, 2005; Mello *et al.*, 2005) dan teh dianggap sebagai minuman yang berkhasiat yang ber Kandungan kafein rendah berbanding dengan kopi, teh hitam dan minuman berkarbonat seperti cola (Cabrera *et al.*, 2006). Hakikat ini telah mendorong industri penghasilan ekstrak perisa bergiat untuk menghasilkan pelbagai ekstrak perisa teh yang boleh digunakan dalam pembangunan produk makanan dan minuman baru untuk memenuhi permintaan pasaran pada masa kini.

Daun teh muda yang berwarna hijau muda biasanya dipilih untuk pemprosesan lanjutan. Kewujudan flavonoid, protein dan lipid serta enzim hidrolitik dan oksidatif dalam daun teh muda memainkan peranan penting dalam penghasilan atribut-atribut kualiti semasa pemprosesan daun teh (Ravichandran, 1997). Manakala, daun teh matang ataupun daun teh tua yang biasanya berwarna hijau tua tidak digunakan untuk pemprosesan teh. Ini adalah kerana kualiti daun teh tua adalah lebih rendah berbanding dengan daun teh muda (Owuor *et al.*, 1990). Dengan menjalankan kajian penentuan kandungan sebatian meruap pada daun teh yang berlainan dari segi darjah kematangannya mungkin akan memberikan hasil keputusan bahawa daun teh yang lebih matang juga menyumbang kepada pembentukan aroma teh setelah diproses tetapi pada darjah berlainan jika dibanding dengan daun teh muda. Hal ini mungkin akan membantu meluaskan lagi penggunaan bahagian lain pada tumbuhan teh selain daripada pucuk dan daun mudanya sahaja.

Kebanyakan kajian-kajian lepas telah dijalankan untuk mengkaji kesan cara pengekstrakan berlainan seperti *Solid Phase Microextraction*, *Steam Distillation Extraction*, *Supercritical Fluid Extraction*, *Reduced Pressure Steam Distillation* dan *Soxhlet Extraction* (Díaz-Maroto *et al.*, 2002; Kim *et al.*, 2002; Peng *et al.*, 2004; Guan *et al.*, 2007). Setiap cara pengekstrakan yang dibandingkan mempunyai kelebihan dan juga kelemahannya yang tersendiri. Berdasarkan kajian yang dilakukan oleh Guan *et al.* (2007), komposisi sampel kajian yang diekstrak dengan menggunakan cara pengekstrakan yang berlainan adalah hampir serupa tetapi kepekatan relatif kompaun-kompaun yang dikenalpasti adalah berbeza. Menurut Marsili (2002), tidak ada satu teknik pengekstrakan yang tertentu dapat dibuktikan optimal untuk digunakan bagi setiap jenis sampel. Pengekstrakan sebatian meruap untuk sesuatu sampel bergantung kepada tahap kepekatan sebatian meruap pada sampel, jenis sampel yang dikaji, kekompleksan dan kemeruapan sebatian meruap sampel serta kestabilan sebatian meruap yang terhasil dalam sampel tersebut (Marsili, 2002).

1.2 Objektif Kajian

- a) Penentuan komponen meruap daun teh Cameron melalui peringkat kematangan yang berbeza (daun muda, daun perantaraan dan daun tua).
- b) Penentuan komponen meruap daun teh Cameron melalui cara pengekstrakan berlainan iaitu pengekstrakan dengan kaedah penyulingan stim (*steam distillation extraction*, SDE), pengekstrakan dengan menggunakan bendalir superkritikal (*supercritical fluid extraction*, SFE) dan pengekstrakan dengan menggunakan pelarut (*solvent extraction*, SE).

BAB 2

ULASAN KEPUSTAKAAN

2.1 Tumbuhan Teh

Tumbuhan teh adalah dari famili Theaceae yang biasanya bertumbuh di kawasan tropika dan subtropika yang mempunyai jumlah hujan turun yang mencukupi, sistem pengaliran yang baik serta jenis tanah yang bersifat sedikit asid (Chan *et al.*, 2006). Secara umumnya, terdapat 3 jenis variasi tumbuhan teh iaitu *camellia sinensis* var. *sinensis* ialah teh jenis China, tumbuhan teh Assam, *C.sinensis* var. *assamica* dan *C.assamica* sub spesis *lasiocalyx* ialah teh jenis Cambod ataupun Selatan (Mondal *et al.*, 2004). Tumbuhan teh merupakan sejenis tumbuhan yang menghijau sepanjang tahun, hidup lama dan boleh tumbuh setinggi 15 meter (Bajaj, 1989). Namun, tumbuhan teh yang ditanam biasanya dikekalkan pada ketinggian antara 60-100cm untuk memudahkan kerja pemetikan daun teh.

Tumbuhan teh variasi sinensis biasanya ditanam di kawasan tanah tinggi kerana ia jenis tumbuhan yang tahan sejuk dan didapati menghasilkan aroma teh yang halus apabila ditanam di kawasan altitud tinggi. Variasi sinensis biasanya didapati di kawasan yang bercuaca sederhana seperti China, Jepun dan bahagian utara India. Terdapat juga variasi tumbuhan teh yang ditanam di kawasan tanah rendah iaitu variasi Assamica yang kurang tahan terhadap cuaca sejuk. Namun,



variasi ini menghasilkan aroma teh yang kurang halus berbanding dengan variasi sinensis.

2.2 Pemprosesan Daun Teh

Daun teh segar yang dipetik dari pokok teh diproses untuk menghasilkan pelbagai jenis teh termasuklah teh hitam (*black tea*), teh hijau (*green tea*), teh Oolong, teh berperisa dan lain-lain berdasarkan kaedah pemprosesan yang berlainan (*Encyclopedia of Agricultural Science* 1994:284).

Daun teh segar yang diproses dengan mengenakan suhu tinggi semasa permulaan pemprosesan untuk menyahaktifkan enzim polifenol oksidase yang terdapat dalam sel daun dan untuk menghentikan proses fermentasi serta memelihara warna hijau daun teh tersebut dikenali sebagai teh yang tidak terfermentasi (teh hijau). Manakala, apabila aktiviti pemprosesan bermula dengan pengdehidratan dan daun teh tidak dilakukan dengan suhu tinggi, kandungan polifenol dalam daun teh dioksidakan sepenuhnya oleh tindakan enzim menghasilkan teh yang terfermentasi (teh hitam). Jika enzim dalam daun teh tidak dinyahaktifkan dengan sepenuhnya dan polifenol tidak dioksidakan dengan sepenuhnya, ia merupakan produk perantaraan antara teh hitam dan teh hijau, ia dikenali sebagai teh separa terfermentasi (teh Oolong).

2.2.1 Pemprosesan Teh Hitam

Secara umumnya, pemprosesan teh melibatkan cara dimana daun teh segar akan melalui beberapa proses tertentu dan kemudian dijadikan daun teh yang kering yang sedia untuk diminum apabila ditambah dengan air panas sahaja.

Pemetikan merupakan peringkat pertama dimana daun teh muda (bahagian pucuk serta dua daun teh dekat bahagian pucuk) akan dipetik secara manual oleh pekerja ataupun dengan secara mekanikal (*Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition* 2003:5753). Daun teh yang telah dipetik akan mula menjadi layu dan cara ini membantu dalam penyingkiran air berlebihan dari daun teh dan membenarkan

pengoksidaan yang minima berlaku. *Bruising* dilakukan untuk mempercepatkan proses pengoksidaan pada daun teh dengan menghancurkannya atau menggolekkannya pada benda yang keras.

Untuk jenis teh yang perlu melalui proses pengoksidaan, daun teh akan dibiarkan dalam bilik gelap dimana daun teh akan bertukar warna menjadi lebih gelap. Dalam proses ini, kandungan klorofil dalam daun diuraikan oleh enzim-enzim dan kandungan tannin dibebaskan dan ditukarkan. Untuk jenis teh hitam, pengoksidaan sepenuhnya akan dilakukan.

Pemanasan dilakukan untuk menghentikan proses pengoksidaan dengan menyahaktifkan aktiviti enzim tanpa menjejaskan kualiti perisa teh tersebut. Pembentukan adalah peringkat dimana daun teh yang lembap digulungkan/digolekkan untuk menyingkirkan cecair lebihan untuk memperbaiki kualiti teh yang dihasilkan. Pengeringan dilakukan agar daun teh yang diproses dapat disimpan lebih lama sehingga dijual kepada pengguna.

2.2.2 Pemprosesan Teh Oolong

Teh Oolong dihasilkan melalui proses yang hampir sama seperti pemprosesan teh hijau namun dengan sedikit perbezaan. Daun teh segar akan dibiarkan layu pada suhu bilik selama kira-kira 16 jam, atau pada 40°C selama 2 jam dan diteruskan selama 4 jam pada suhu bilik. Selepas itu, daun akan digulungkan dengan menggunakan tangan selama 30 minit untuk setiap 1 jam. Ini diikuti dengan proses pemanasan pada suhu 160°C selama 20 minit. Daun teh tersebut kemudian akan melalui proses pembentukan dan akhirnya proses pengeringan.

2.2.3 Pemprosesan Teh Hijau

Pemprosesan teh hijau melibatkan proses yang lebih ringkas berbanding dengan pemprosesan teh hitam. Fokus utama dalam pemprosesan teh hijau ialah mengelakkan fermentasi daripada berlaku maka penyahaktifan aktiviti enzim dalam daun teh adalah penting semasa proses dijalankan.

Daun teh segar akan distimkan terlebih dahulu selama 15-20 saat dalam sebuah silinder berputar. Daun teh yang telah distimkan akan disejukkan dengan menggunakan kipas atau angin pada *conveyor belt* dan hasil daun teh dikenakan pemanasan dan pengeringan sehingga mencapai kandungan kelembapan 3-4%.

2.3 Teh Hijau

Teh hijau biasanya dihasilkan dengan menggunakan daun teh variasi *sinensis*. Variasi *assamica* adalah tidak sesuai digunakan kerana ia mengandungi kandungan polifenol yang tinggi yang boleh menyebabkan teh hijau berasa pahit (Willson, 1999).

Ciri-ciri pemprosesan teh hijau dimulakan dengan proses pemanasan yang bertujuan untuk mematikan aktiviti enzim polifenol oksidase yang bertanggungjawab menukarkan flavanol dalam daun kepada kompaun gelap polifenolik yang memberikan warna teh hitam. Aktiviti pemprosesan teh hijau diikuti dengan proses penggulingan daun teh dimana daun teh akan dipotong dan dihancurkan. Daun teh hijau yang telah diproses akan menghasilkan minuman teh yang berwarna kehijauan ataupun kekuningan tanpa kesan warna merah atau perang.

Penghasilan teh hijau biasanya tertumpu di China dan Jepun, dengan penghasilan secara kecil-kecilan di India, Indonesia dan Turki (*Encyclopedia of Agricultural Science* 1994: 284). Proses pemanasan daun teh hijau boleh dilakukan melalui dua cara iaitu; secara *pan-frying* ataupun *steaming*. Daun teh hijau yang diperlakukan dengan proses stim merupakan produk teh hijau utama di Jepun. Manakala, teh hijau yang diproses secara *pan-frying* merupakan produk teh hijau utama di China. Terdapat pelbagai jenis teh hijau yang dihasilkan seperti dalam jadual 2.1.

Jadual 2.1: Jenis-jenis teh hijau yang dihasilkan.

Jenis teh hijau	Ciri-ciri
Sencha	Jenis teh hijau yang biasanya diminum di negara Jepun
Kamaira-cha	Dihasilkan daripada daun teh muda dimana daun teh dikeringkan terlebih dahulu
Bancha	Dihasilkan daripada daun teh dan batang kasar
Gyokuro	Jenis teh hijau yang berkualiti; bertumbuh di kawasan redup, dipetik dan diasingkan menggunakan tenaga manusia
Matcha	Teh berbentuk serbuk yang diperbuat daripada daun teh yang bertumbuh di kawasan redup
Tencha	Jenis teh hijau yang digunakan dalam upacara teh (<i>tea ceremony</i>); dihasilkan daripada daun teh yang dihancurkan sehingga halus

(Sumber: *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition* 2003: 5738)

2.3.1 Komposisi Kimia Teh Hijau

Komposisi kimia teh hijau adalah kompleks: kandungan protein (20% berat kering) dimana sebahagian besar daripadanya terdiri daripada enzim-enzim; asid amino (1-4% berat kering) seperti teanine atau 5-N-enthyglutamine, asid glutamic, tryptophan, glycine, serine, asid aspartic, tyrosine, valine, leucine, threonine, arginine, lysine; karbohidrat (5-7% berat kering) seperti selulosa, pektin, glukosa, fruktosa, sukrosa; lipid seperti linoleic dan a-linolenic asid; sterols seperti stigmasterol; vitamin B, C dan E; pigmen seperti klorofil dan karotenoid dan sebatian meruap seperti aldehyd, alkohol, ester, lactones dan hidrokarbon (Cabrera *et al.*, 2006).

Disebabkan terdapat kajian yang membuktikan mengenai kepentingan kehadiran garam mineral dalam teh, banyak kajian telah dijalankan untuk menentukan tahap kandungannya dalam daun teh hijau dan juga minuman teh hijau tersebut. Kajian Costa *et al.* (2002) menunjukkan bahawa terdapat perbezaan yang signifikan dari segi kandungan mineral (Al, Ca, Mg dan Mn) dalam teh hijau dari

sumber yang berlainan. Fernández-Cáceres *et al.* (2001) menentukan kandungan Al, Ba, Ca, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na, Sr, Ti dan Zn dalam 46 sampel teh dan menunjukkan tiada perbezaan ketara dari segi kandungan mineral antara teh hijau dengan teh hitam.

Jadual 2.2: Komposisi min (%) antara teh hijau dengan teh hitam.

Kompaun	Teh hijau	Teh hitam
Protein	15	15
Asid amino	4	4
Gentian	26	26
Karbohidrat lain	7	7
Lipid	7	7
Pigmen	2	2
Garam mineral	5	5
Kompaun fenolik (terutama flavonoid)	30	5
Kompaun fenolik teroksida (terutama thearubigins dan theaflavins)	0	25

(Sumber: Belitz & Grosch, 1997)

2.3.2 Nilai Nutrisi Dan Kebaikan Teh Hijau

Teh hijau mengandungi nilai nutrisi yang tinggi terutamanya dalam kompaun antioksidan (catechins dan sebatian phytokimia, vitamin tertentu seperti vitamin C dan minerals seperti Mn, Cr, Se, Zn) (Cabrera *et al.*, 2006).

Kandungan Mn dalam teh hijau adalah tinggi dan teh hijau dikira sebagai salah satu sumber yang kaya dengan mineral ini (Xie *et al.*, 1998; Powell *et al.*, 1998). Manganese merupakan sebahagian daripada 3 jenis *metalloenzymes* (arginase, pyruvate carboxylase dan Mn-superoxide dismutase) dan ia mengaktifkan sesetengah jenis enzim seperti *glycosyl transferases*, yang terlibat dalam sintesis mucopolisakarida (Mann & Truswell, 1998). Kekurangan manganese boleh mengakibatkan keabnormalan dalam metabolisme karbohidrat, *glycosaminoglycans* dan kolesterol (Shils *et al.*, 1998).

RUJUKAN

- Arabhosseini, A., Huisman, W., van Boxtel, A. & Müller, J. 2006. Long-term effects of drying conditions on the essential oil and color of tarragon leaves during storage. *Journal of Food Engineering*. **79**: 561-566.
- Bajaj, Y.P.S. 1989. *Biotechnology in Agriculture and Forestry 7: Medicinal and Aromatic Plants II*. Germany: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Baptista, J.A.B., Tavares, J.F.P. & Carvalho, R.C.B. 1998. Comparison of catechins and aromas among different green teas using HPLC/SPME-GC. *Food Research International*. **31**(10): 729-736.
- Belitz, D.H. & Grosch, W. 1997. *Química de los Alimentos*. Zaragoza: Acribia.
- Berger, R.G. 2007. *Flavours and Fragrances: Chemistry, Bioprocessing and Sustainability*. Germany: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Bicchi, C., Cordero, C., Liberto, E., Rubiolo, P. & Sgorbini, B. 2004. Automated Headspace Solid-Phase Dynamic Extraction to Analyse the Volatile Fraction of Food Matrices. *Journal of Chromatographic A*. **1024**: 217-226.
- Blanch, G.P., Reglero, G. & Herraiz, M. 1996. Rapid extraction of wine aroma compounds using a new simultaneous distillation-solvent extraction device. *Journal of Food Chemistry*. **56** (4): 439-444.
- Bowman, J.M., Braxton, M.S., Churchill, M.A., Hellie, J.D., Starrett, S.J., Causby, G.Y., Ellis, D.J., Ensley, S.D., Maness, S.J., Meyer, C.D., Sellers, J.R., Yang Hua, Woosley, R.S. & Butcher, D.J. 1997. Extraction Method for the Isolation of Terpenes from Plant Tissue and Subsequent Determination by Gas Chromatography. *Microchemical Journal*. **56**: 10-18.
- Cabrera, C., Artacho, R. & Giménez, R. 2006. Beneficial effects of green tea – a review. *Journal of the American College of Nutrition*. **25** (2): 79-99.
- Cuevas-Glory, L.F., Pino, J.A., Santiago, L.S. & Sauri-Duch, E. 2007. A review of volatile analytical methods for determining the botanical origin of honey. *Food Chemistry*. **103**: 1032-1043.

- Chan, E.W.C., Lim, Y.Y. & Chew, Y.L. 2006. Antioxidant activity of *Camellia sinensis* leaves and tea from a lowland plantation in Malaysia. *Journal of Food Chemistry*. **102**: 1214-1222.
- Chaudhuri, A.K.N., Karmakar, S., Roy, D., Pal, S., Pal, M., Sen, T. 2005. Anti-inflammatory activity of Indian black tea (Sikkim variety). *Pharmacological Research*. **51**: 169-175.
- Costa, L.M., Gouveia, S.T. & Nobrega, J.A. 2002. Comparison of heating extraction procedures for Al, Ca, Mg and Mn in tea samples. *Journal of Analytical Science*. **18**: 313-318.
- Dufresne, C.J. & Farnworth, E.R. 2001. A review of latest research findings on the health promoting properties of tea. *Journal of Nutritional Biochemistry*. **12**: 404-421.
- Encyclopedia of Agricultural Science. 1994. Jld. 4. USA: Academic Press.
- Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition. 2003. Jld. 9. Oxford: Academic Press.
- Erba, D., Riso, P., Bordoni, A., Foti, P., Biagi, P.L. & Testolin, G. 2005. Effectiveness of moderate green tea consumption on antioxidative status and plasma lipid profile in humans. *Journal of Nutritional Biochemistry*. **16**: 144-149.
- Fedrizzi, B., Versini, G., Lavagnini, I., Nicolini, G., & Magno, F. 2007. Gas Chromatography-Mass Spectrometry Determination of 3-mercaptohexan-1-ol and 3-mercaptohexyl acetate in Wine A Comparison of Headspace Solid Phase Microextraction and Solid Phase Extraction Method. *Analytica Chimica Acta*. **596**: 291-297.
- Fernández-Cáceres, P.L., Martín, M.J., Pablos, F. & González A.G. 2001. Differentiation of tea (*Camellia sinensis*) varieties and their geographical origin according to their metal content. *Journal of Agricultural Food Chemistry*. **49**: 4775-4779.
- Fernández-Pérez, V., Jiménez-Carmona, M.M. & Luque de Castro, M.D. 2000. An approach to the static-dynamic subcritical water extraction of laurel essential oil: comparison with conventional techniques. *The Analyst*. **125**: 481-485.

- Fisher, N., Hammerschmidt, F. & Brunke, E. 1995. Analytical investigation of the flavor of Cupuacu in Fruit Flavors: Biogenesis, Characterization and Authentication. *ACS Symposium Series 596*, Washington D.C.
- Guan, W., Li, S., Yan, R., Tang, S. & Quan, C. 2006. Comparison of essential oils of dove buds extracted with SFE and other three traditional extraction method. *Journal of Food Chemistry*. **101**: 1558-1564.
- Hattori, S., Takagaki, H. & Fujimori, T. 2005. A comparison of the Volatile Compounds in Several Green Teas. *Journal of Food Science and Technology Research*. **11**(1): 82-86.
- Haytt, J.A. 1984. Liquid and supercritical carbon dioxide as organic solvents. *Journal of Organic Chemistry*. **49**: 5097-5101.
- Horita, H., Hara, T., Sannai, A. & Fujimori, T. 1985. The light produced volatile components of green tea. *Journal of Agriculture, Biology and Chemistry*. **49**(12): 3601-3603.
- Jacques, R.A., Santos, J.G., Dariva, J.V. & Caramao, E.B. 2006. GC/MS characterization of mate tea leaves obtained from high-pressure CO₂ extraction. *Journal of Supercritical Fluids*. **40**: 354-359.
- Kim, S.Y., Lee, K.H., Chang, K.S., Bock, J.Y. & Jung, M.Y. 1996. Taste and flavour compounds in box thorn (*Lycium chinense* Miller) leaves. *Journal of Food Chemistry*. **58**: 297-303.
- Kumazawa, K. 2006. Flavour Chemistry and Coffee Drinks. *Journal of Food Science and Technology Research*. **12**(2): 71-84.
- Langley-Evans, S. 2000. Antioksidan potential of green and black tea determined using the ferric reducing power (FRAP) assay. *International Journal of Food Science Nutrition*. **51**: 181-188.
- Lee, S., Park, M.K. & Kim, Y.S. 2007. Effect of Supercritical Carbon Dioxide Decaffeination on Volatile Components of Green Teas. *Journal of Food Science*. **72**: 497-502.



- 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.
- Linskens, H.F., Jackson, J.F. & Allen, M.S. 1997. *Plant Volatile Analysis*. USA: Springer.
- Maarse, H. & Visscher, C.A. 1996. *Volatile compounds in food. Qualitative and quantitative data*. (7th edition). Zeist: TNO Biotechnology and Chemistry Institute.
- Mahanta, P.K., Hazarika, M. & Takeo, T. 1985. Flavour volatiles and lipids in various components of tea shoots *Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. **36**: 1130-1132.
- Marcel Zhu., Eric Li. & Herman He. 2008. Determination of Volatile Constituents in Tea by SDE, VHD and Thermal Desorption. *Chromatographia*. **68**: 603-601.
- Mann, J. & Truswell, A.S. 1998. *Essentials of Human Nutrition*. New York: Oxford University Press.
- Marsili, R. 2002. *Flavor, Fragrance and Odor Analysis*. USA: Marcel Dekker, Inc.
- Mau, J.L., Ko, P.T. & Chyau, C.C. 2003. Aroma characterization and antioxidant activity of supercritical carbon dioxide extracts from *Terminalia catappa* leaves. *Food Research International*. **36**: 97-104.
- Mello, L.D., Alves, A.A., Macedo, D.V. & Kubota, L.T. 2005. Peroxidase-based biosensor as a tool for a fast evaluation of antioxidant capacity of tea. *Food Chemistry*. **92**: 515-519.
- Mondal, T.K., Bhattacharya, A., Laxmikurnaran, M. & Ahuja, P.S. 2004. Recent advances of tea (*Camellia sinensis*) biotechnology. *Journal of Plant Cell, Tissue and Organ Culture*. **76**: 195-254.
- Nielsen, S.S. 2003. *Food Analysis. 3rd Edition*. USA: Kluwer Academic/Plenum Publishers.
- Nitisewojo, P. 1996. *Instrumentasi dalam analisis makanan*. Bangi: Universiti Kebangsaan Malaysia.

- Osman, H., Nasarudin, R. & Lee, S.L. 2003. Extracts of cocoa (*Theobroma cacao* L.) leaves and their antioxidant potential. *Food Chemistry*. **86**: 41-46.
- Owuor, P.O., Munavu, R.M. & Muritu, J.W. 1990. The effects of pruning and altitude on the fatty acid composition of tea shoots. *Journal of Tropical Science*. **30**: 299-306.
- Peng, F., Sheng, L., Liu, B., Tong, H. & Liu, S. 2004. Comparison of different extraction methods: steam distillation, simultaneous distillation and extraction and headspace co-distillation, used for the analysis of the volatile components in aged flue-cured tobacco leaves. *Journal of Chromatography A*. **1040**: 1-17.
- Perego, P., Fabiano, B., Cavicchioli, M., and Borghi, M.D. 2004. Cocoa Quality and Processing: A Study by Solip-phase Microextraction and Gas Chromatography Analysis of Methylpyrazines. *Journal of Food and Bioproducts Processing*. **84**(C4): 291-297
- Poinot, P., Grua-Priol, J., Arvisenet, G., Rannou, C., Semenou, M., Bail, A.L. & Prost, C. 2007. Optimisation of HS-SPME to Study Representativeness of Partially Baked Bread Odorant Extracts *Journal of Food Research International*. **40**: 1170-1184.
- Pourmortazavi, S.M. & Hajimirsadeghi, S.S. 2007. Supercritical fluid extraction in plant essential and volatile oil analysis. *Journal of Chromatography A*. **1163**: 2-24.
- Powell, J.J., Burden, T.J. & Thompson, R.P. 1998. In vitro mineral availability from digested tea: a rich dietary source of manganese. *Analyst*. **123**: 1721-1724.
- Ravichandran, R. 2001. Carotenoid composition, distribution and degradation to flavour volatiles during black tea manufacture and the effect of carotenoid supplementation on tea quality and aroma. *Food Chemistry*. **78**: 23-28.
- Ravichandran, R. & Parthiban, R. 1997. The impact of processing techniques on tea volatiles. *Food Chemistry*. **62**: 347-353.
- Rehman, S., Bhatti, H.N., Iqbal, Z. & Rashid, U. 2006. Essential oil composition of commercial black tea (*Camellia sinensis*). *International Journal of Food Science and Technology*. **43**: 346-350.

- Reineccius, G. 1999. *Source Book of Flavors*. (2nd Edition) Gaithersburg: Aspen Publication.
- Reineccius, G. 2006. *Flavor Chemistry and Technology*. (2nd Edition) Boca Raton: CRC Press.
- Romanik, G., Gilgenast, E., Przyjazny, A. & Kaminski, M. 2006. Techniques of preparing plant material for chromatographic separation and analysis. *Journal of Biochemical and Biophysical methods*. **70**: 253-261.
- Sanderson, G.W., Co, H. & Gonzalez, J.H. 1971. Biochemistry of tea fermentation: The role of carotenes in black tea formation. *Journal of Food Science*. **36**: 231-236.
- Sanderson, G.W. & Graham, H.N. 1973. On the formation of black tea aroma. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. **21**: 576-585.
- Shils, M.E., Olson, J.A. & Shike, M. 1994. *Modern Nutrition in Health and Disease*. Malvern: Lea and Febiger.
- Sides, A., Robards, K. & Helliwell, S. 2000. Development in extraction techniques and their application to analysis of volatiles in foods. *Trends in Analytical Chemistry*. **19**(5): 322-329.
- Sinyinda, S. & Gramshaw, J.W. 1998. Volatiles of avocado fruit. *Food Chemistry*. **62** (4): 483-487.
- Stahl, W.H. 1962. The chemistry of tea and tea manufacturing. *Advances in Food Research*. **11**: 201-262.
- Stashenko, E.E., Jaramillo, B.E. & Martinez, J.R. 2004. Analysis of volatile secondary metabolites from Colombian *Xylopiya aromatica* (Lamarck) by different extraction and headspace methods and gas chromatography. *Journal of Chromatography A*. **1025**: 105-113.
- Stashenko, E.E., Puertas, M.A. & Combariza, M.Y. 1996. Volatile secondary metabolites from *Spilanthes americana* obtained by simultaneous steam distillation – solvent extraction and supercritical fluid extraction. *Journal of Chromatography A*. **752**: 223-232.

- Surburg, H. & Panten, J. 2006. *Common Fragrance and Flavor Materials*. Federal Republic of Germany: Wiley-VCH.
- Takeo, T. 1981. Variation in amounts of linalool and geraniol produced in tea shoots by mechanical injury. *Phytochemistry*. **20**: 2149-2151.
- Tirimanna, A.S.L & Wickremasinghe, R.L. 1965. Studies on the quality and flavour of tea. II. The carotenoids. *Tea Quarterly*. **36**: 115-121.
- Vazquez, L.C., Perez-Coello, M.S. & Cabezudo, M.D. 2003. Analysis of Volatile Compounds of Rosemary Honey. Comparison of Different Extraction Techniques. *Journal of Chromatography*. **57**:227-23.
- Vitzthum, O.G., Werkhoff, P. & Hubert, P. 1975. New volatile constituents of black tea aroma. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. **23**: 999-1003.
- Willson, K.C. 1999. *Coffee, Cocoa and Tea*. New York: CABI Publishing.
- Xie, M., Von Bohlen, A., Klockenkämper, R., Jian, X. & Günther, K. 1998. Multielement analysis of Chinese tea by total-reflection X-ray fluorescence. *Z Lebensm Unters For*. **207**: 31-38.
- Yang, Z., Tanida, A. & Morita, A. 2009. Analysis of coumarin and its glycosidically bound precursor in Japanese green tea having sweet-herbaceous odour. *Food Chemistry*. **114**: 289-294.
- Yao, L., Liu, X., Jiang, Y., Caffin, N., Arcy, B.D., Singanusong, R., Datta, N., & Ying, X. 2006. Compositional analysis of teas from Australian supermarkets. *Food Chemistry*. **94**: 115-122.
- Willson, K.C. & Clifford, M.N. 1992. *Tea Cultivation to Consumption*. New York: Chapman & Hall.
- Wang, D., Kubota, K. & Kobayashi, A. 2001. Analysis of Glycosidically Bound Aroma Precursors in Tea Leaves. 3. Change in the Glycoside Content of Tea Leaves during the Oolong Tea Manufacturing Process. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. **49** (11): 5391-5396.

Wang, L.F., Lee, J.Y., Chung, J.O., Baik, J.H., So, S. & Park, S.K. 2008. Discrimination of teas with different degrees of fermentation by SPME-GC analysis of the characteristic volatile flavour compounds. *Food Chemistry*. **109**: 196-206.

Zhang, C., Qi, M., Shao, Q., Zhou, S. & Fu, R. 2007. Analysis of the Volatile in Ligusticum Chuanxiong Hort. using HS-SPME-GC-MS. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*. **44**: 464-470.

