

UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS

TUDUL: PENENTUAN KOMPONEN MERUAP DALAM TEH SABAH PADA TIGA
TAHAP KEMATANGAN BERBEZA (DAUN MUDA, PERTENGAHAN DAN MATANG) MELALUI
TEMPOH FERMENTASI BERBEZA.

IJAZAH: TEKNOLOGI MAKANAN DAN BIOPROSES

SESI PENGAJIAN: 2005 / 2009

Saya NORHIDAYAH BT SAHID

(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)

☐

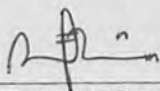
TERHAD

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

☒

TIDAK TERHAD

Disahkan oleh



(TANDATANGAN PENULIS)



(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

Alamat Tetap: 3486 JLN MERPATI,

KG LADANG BATU LAUT

42800 TG SEPAT, SELANGOR

PUAN NOR QHAIRUL IZZREEN MOHD NOOR

Nama Penyelia

Tarikh: 25 / 5 / 09

Tarikh: 25 / 5 / 09

PERCATATAN: * 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

**PENENTUAN KOMPONEN MERUAP TEH SABAH
PADA TIGA TAHAP KEMATANGAN BERBEZA
(DAUN MUDA, PERTENGAHAN, DAN MATANG)
MELALUI TEMPOH FERMENTASI BERBEZA**

NORHIDAYAH BT SAHID

PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

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

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

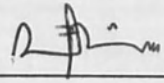


UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

PENGAKUAN

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

18 Mei 2009

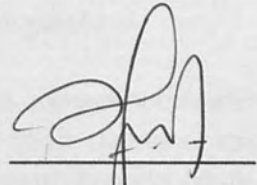


Norhidayah bt Sahid
HN2005-2833

PENGESAHAN

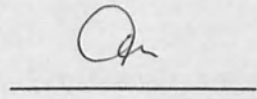
1. PENYELIA

(PUAN NOR QHAIRUL IZZREEN BT MOHD NOOR)


(Tandatangan)

2. PEMERIKSA PERTAMA

(PUAN FAN HUI YIN)


(Tandatangan)

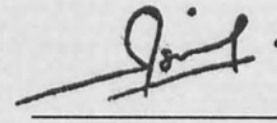
3. PEMERIKSA KEDUA

(DR CHYE FOOK YEE)


(Tandatangan)

4. DEKAN

**(PROFESOR MADYA DR. MOHD ISMAIL
BIN ABDULLAH)**


(Tandatangan)

PENGHARGAAN

Dengan Nama Allah Yang Maha Pemurah Lagi Maha Mengasihani

Syukur alhamdulillah kerana diizinkan Allah untuk saya menyempurnakan kajian Penentuan Komponen Meruap dalam Teh Sabah yang telah diamanahkan kepada saya. Terlebih dahulu, saya merakamkan jutaan terima kasih kepada pihak-pihak yang sedaya upaya membantu dalam membimbing dan berkongsi pendapat untuk memperbaiki kualiti hasil latihan ilmiah ini, terutamanya Puan Nor Qhairul Izzreen bt Mohd Noor.

Tidak ketinggalan pihak Sekolah Sains Makanan dan Pemakanan serta kakitangan Sabah Tea Sdn Bhd, terutamanya En Jeffrey L. Yamou selaku Pengurus ladang, yang sentiasa membantu dalam usaha mendapatkan bekalan sampel kajian. Jutaan terima kasih dan penghargaan buat ibu bapa, keluarga dan rakan-rakan diatas sokongan yang tidak putus-putus samada dari segi mental, fizikal mahupun kewangan.

Jasa dan dorongan yang telah diberikan amatlah dihargai dan ucapan terima kasih yang tidak terhingga kepada semua yang terlibat secara langsung dan tidak langsung dalam penyempurnaan latihan ilmiah ini.

ABSTRAK

Penentuan komponen meruap teh dijalankan untuk menentukan komponen meruap yang wujud dalam teh hijau dan teh hitam yang dihasilkan dari teh Sabah (*Camellia sinensis*). Penentuan tersebut dibuat melalui tiga tahap kematangan daun iaitu daun muda, pertengahan dan matang, serta melalui tempoh fermentasi yang berbeza; 0, 30, 90, dan 180 minit. Komponen meruap diekstrak menggunakan kaedah penyulingan wap secara serentak (SDE) dan dianalisis dengan kromatografi gas-spektrometri jisim (GC-MS). Lebih dari 50 komponen meruap dikenalpasti dalam kedua-dua jenis teh hijau dan teh hitam dan ia dikelaskan mengikut kumpulan berfungsi. Komponen meruap teh Sabah terdiri dari kumpulan aldehide (21%), alkohol dan alkana (masing-masing 18%), keton (16%), alkena (11%), asid karbosilik (6%) dan lain-lain (10%). Perbandingan dari segi bilangan komponen yang hadir pada setiap tahap kematangan menunjukkan ianya lebih banyak ditemui pada sampel teh hitam (60 dan 59 komponen, mengikut turutan daun muda dan pertengahan) berbanding teh hijau (56 komponen bagi kedua-dua daun muda dan pertengahan), tetapi bilangan komponen adalah sama banyak pada daun matang (57 komponen). Hanya kumpulan berfungsi aldehide menunjukkan min kepekatan relatif yang berbeza secara signifikan antara setiap tempoh fermentasi dan wujud corak peningkatan komponen meruap dengan tempoh fermentasi yang semakin lama. Dari aspek tahap kematangan, hanya kumpulan aldehide yang menunjukkan perbezaan signifikan antara setiap min kepekatan relatif, namun sama seperti kumpulan lain tiada corak peningkatan atau penurunan komponen meruap dapat ditentukan mengikut tahap kematangan yang semakin tua.

ABSTRACT

DETERMINATION OF VOLATILE COMPOUND OF SABAH TEA LEAVE AT DIFFERENT MATURITY LEVEL: YOUNG, INTERMEDIATE AND OLD, THROUGH DIFFERENT FERMENTATION PERIOD

Determination of volatile compound in tea were carried out to provide basic data for green tea and black tea manufactured from Sabah tea (Camellia sinensis) through three levels of maturity of leaves which is young, intermediate and old, that undergo different fermentation period: 0, 30, 90 and 180 minutes. Volatile compounds were extracted using the simultaneous steam distillation extraction (SDE) method and analyzed using Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS). More than 50 volatile compounds detected in both green tea and black tea which then classified according to their functional group. Volatile compounds of Sabah tea comprise of aldehyde group (21%), alcohol and alkane (both 18%), ketone (16%), alkene (11%), carboxylic acid (6%) and others (10%). Comparison in terms of number of volatile compound present in each maturity levels shows that it is higher in black tea sample (60 and 59 compounds, respectively with young and intermediate leaves) compared to green tea (56 compounds for both young and intermediate leaves) except for old tea leaves, they have same number of volatiles (57 compounds). Only aldehyde group shows mean concentration which has significant difference among fermentation periods, and also there is consistent pattern in the increment of concentration of volatile compound with longer fermentation time. In terms of maturity levels, only aldehyde shows significant differences in each mean concentration, but same with other function group, no increment or decrement pattern can be seen as maturity levels increase.

SENARAI KANDUNGAN

	Halaman
TAJUK	i
PENGAKUAN	ii
PENGESAHAN	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
SENARAI KANDUNGAN	vii
SENARAI JADUAL	ix
SENARAI RAJAH	x
SENARAI SIMBOL DAN SINGKATAN	xi
SENARAI LAMPIRAN	xii
BAB 1: PENDAHULUAN	
1.1 Pengenalan	1
1.2 Objektif	3
BAB 2: ULASAN PERPUSTAKAAN	
2.1 Industri pembuatan teh	4
2.2 Teh Sabah	5
2.3 Kualiti teh	6
2.4 Pemprosesan teh	8
2.4.1 Penggredan	10
a. Tempoh Fermentasi	11
b. Tahap kematangan	12
2.5 Perisa	13
2.6 Komponen meruap	15
2.7 Penentuan komponen meruap	17
2.7.1 Pengekstrakan penyulingan wap secara serentak (SDE)	18
2.8 Ujian statistik	19
BAB 3: KAEDAH	
3.1 Persampelan	21
3.2 Penyediaan teh	22
3.2.1 Penyediaan teh hijau	22
3.2.2 Penyediaan teh hitam	23
3.3 Penyediaan sampel	23

3.3.1	Pengekstrakan penyulingan wap secara serentak (SDE)	24
a.	Pemekatan sampel	24
3.4	Analisis kromatografi	25
3.5	Analisis data	26
BAB 4:	KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN	
4.1	Warna teh	27
4.2	Pengekstrakkan	31
4.3	Komponen meruap	32
4.3.1	Min kepekatan relatif	33
a.	Perubahan kumpulan berfungsi	35
4.3.2	Kumpulan berfungsi	37
a.	Aldehyde	38
b.	Alkohol	39
c.	Keton	40
BAB 5:	KESIMPULAN DAN CADANGAN	
5.1	Kesimpulan	41
5.1.1	Perbezaan komponen meruap	41
5.1.2	Komponen meruap dari aspek tempoh fermentasi	42
5.1.3	Komponen meruap dari aspek tahap kematangan	42
5.2	Cadangan	42
RUJUKAN		44
LAMPIRAN		46

SENARAI JADUAL

	Halaman
Jadual 2.1 : Perbezaan proses pembuatan tiga jenis produk teh yang utama. Bagi produk teh hijau dan teh Oolong, proses pembuatan mungkin sedikit berbeza antara pengeluar dan negara pengeluar.	5
Jadual 2.2 : Jenis-jenis gred teh Sabah yang telah siap diproses.	11
Jadual 3.1 : Parameter GC-MS untuk analisis komponen mudah meruap teh Sabah. Rawat (2007) dan Wang (2007) menjalankan kajian mereka ke atas sampel teh dengan menggunakan parameter yang hampir sama seperti dalam jadual ini.	25
Jadual 4.1 : Ciri-ciri warna serbuk teh hitam pada setiap tahap kematangan dengan tempoh fermentasi yang berbeza.	30
Jadual 4.2 : Nilai min bagi komponen meruap pada tahap kematangan daun muda, pertengahan dan matang, tempoh fermentasi yang berbeza.	34

SENARAI RAJAH

	Halaman
Rajah 2.1 : Mesin pengasing bagi serbuk teh yang telah siap diproses yang digunakan untuk tujuan penggredan oleh kilang pemprosesan teh, Sabah Tea Sdn Bhd.	11
Rajah 3.1 : Rekabentuk kajian yang terlibat dalam penentuan komponen meruap pada tahap kematangan daun teh melalui tempoh fermentasi berbeza.	22
Rajah 3.2 : Langkah-langkah yang terlibat dalam kajian komponen meruap ke atas teh Sabah.	26
Rajah 4.1 : Sampel serbuk teh hijau yang telah siap diproses. Setiap tahap kematangan, masing-masing mempunyai warna yang berlainan antara satu sama lain. Label (1) merujuk pada serbuk teh dari daun muda dimana warnanya hijau lumut gelap berbanding yang lain. Label (2) pula adalah serbuk teh dari daun pertengahan berwarna hijau lumut cerah. Label (3) merujuk pada serbuk teh dari daun matang dan warnanya lebih gelap berbanding serbuk teh daun pertengahan tetapi lebih cerah berbanding serbuk teh daun muda	28
Rajah 4.2 : Ciri-ciri perbezaan warna pada sampel teh hitam selepas proses pra-penyediaan sampel. Bungkus pada baris kedua dari atas merujuk pada sampel daun muda, seterusnya daun pertengahan dan daun matang mengikut turutan ke bawah.	29
Rajah 4.3 : Hasil ekstrak terdiri dari dua lapisan: air (bahagian atas) dan pelarut diklorometana (bahagian bawah). Diperhatikan bahawa air lebih jernih berbanding pelarut diklorometana	31
Rajah 4.4 : Perbezaan kuantiti komponen meruap yang ditemui dari sampel teh tidak teh hijau (teh tidak terfermentasi) dan teh hitam (terfermentasi sepenuhnya)	32
Rajah 4.5 : Komponen meruap yang diwakili oleh kumpulan berfungsi keton berubah pada haluan yang tidak sama antara setiap tahap kematangan mengikut tempoh fermentasi yang semakin lama.	36
Rajah 4.6 : Carta pai menjelaskan keutamaan komponen meruap yang hadir dalam sampel teh dan ia dikelaskan serta diwakili oleh kumpulan berfungsi seperti yang terdapat dalam rajah.	38

SENARAI SIMBOL DAN SINGKATAN

α	- alpha
β	- beta
%	- peratus
g	- gram
ml	- mililiter
$^{\circ}\text{C}$	- darjah celcius
μl	- mikroliter
eV	- electron voltan
GC	- <i>Gas Chromatography</i> @ Kromatografi gas
MS	- <i>Mass Spectrometry</i> @ Spektrometri jisim
HPLC	- <i>High-performance Liquid Chromatography</i>
SE	- <i>Solvent extraction</i>
SDE	- <i>Simultaneous stim distillation extraction</i>
SFE	- <i>Super-critical fluid extraction</i>
SPME	- <i>Solid-phase microextraction</i>
RI	- <i>Retention indice</i>
RT	- <i>Retention time</i>
FI	- <i>Flavor index</i>
CTC	- <i>Crush, tear and curl</i>
LTP	- <i>Laurie Tea Processor</i>
BOP	- <i>Broken orange pekoe</i>
BOPF	- <i>Broken orange pekoe fanning</i>
ANOVA	- <i>Analysis of Varians</i>
SPSS	- <i>Sophisticated Piece of Software</i>
EC	- <i>Epicatechins</i>
EGC	- <i>Epigallocatechins</i>
EGCG	- <i>Epigallocatechin gallate</i>
ECG	- <i>Epicatechingallate</i>
TK	- Tidak dapat dikenalpasti
TH	- Tidak hadir

SENARAI LAMPIRAN

	Halaman
LAMPIRAN A : Gambarfoto daun teh sebelum menjalani proses pengisaran.	46
LAMPIRAN B : Gambarfoto alat <i>Licken and Nickerson</i> yang digunakan untuk pengekstrakan komponen meruap sampel teh.	47
LAMPIRAN C : Beberapa contoh graf kromatogram yang diperolehi selepas proses analisa komponen meruap dengan GC-MS.	48
LAMPIRAN D: Senarai komponen meruap yang dijumpai dalam teh Sabah.	54

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Pengenalan

Teh merupakan salah satu minuman yang popular di seluruh dunia kerana keunikan ciri-ciri sensori, sumber minuman yang murah dan mampu dinikmati oleh setiap lapisan masyarakat serta mempunyai nilai-nilai kesihatan kepada pengguna. Teh atau nama lainnya *Camellia sinensis* merupakan satu-satunya spesies yang penting dari family *Theacea* dalam aspek ekonomi. Terdapat dua varieti dari spesies ini iaitu *Camellia sinensis* varieti *sinensis* dan *Camellia sinensis* varieti *assamica* (Caballero *et al.*, 2003).

Secara umumnya, klasifikasi hasil pemprosesan teh untuk minuman dibuat berdasarkan kepada beberapa faktor. Dua faktor yang utama ialah kaedah pemprosesan dan kadar fermentasi (Wang *et al.*, 2007). Pemprosesan daun teh untuk penghasilan teh tidak terfermentasi (teh hijau), teh semi-fermentasi (Oolong dan Pouchong), dan teh terfermentasi sepenuhnya (teh hitam) merupakan jenis-jenis pengeluaran teh untuk produk minuman dan ketiga-tiga jenis produk tersebut tersenarai sebagai tiga kategori utama penghasilan teh diseluruh dunia. Kesemua jenis pemprosesan teh ini diperbuat dari daun teh dimana pokok teh dipupuk dan dituai menggunakan prosedur yang sama namun berbeza dari aspek kaedah pembuatan atau pemprosesan. Teknik tuaian daun teh mungkin berbeza dari satu tempat ke satu tempat yang lain mengikut kecenderungan petani sendiri. Di kebanyakan negara, teknik tuaian yang dikatakan lebih diminati ialah teknik tuaian konvensional menggunakan tangan. Ini kerana, kebarangkalian hasil tuaian



memenuhi piawai yang disarankan adalah lebih tinggi (Caballero *et al.*, 2003; Wang *et al.*, 2007). Di Sabah, penghasilan teh yang utama adalah penghasilan teh hitam dari spesis *Camellia sinensis* sebagai minuman.

Tujuan asal proses fermentasi teh ialah untuk memperbaiki ciri-ciri perisanya. Perisa atau dalam erti kata lain diterangkan sebagai rasa dan aroma yang wujud dalam sesuatu makanan memainkan peranan penting dalam penilaian dan penerimaan komersial pengguna terhadap produk teh (Wang *et al.*, 2007). Perisa teh ditentukan oleh rasa dan aroma dimana ianya dipengaruhi oleh kandungan komponen meruap dan komponen tidak meruap yang wujud di dalam teh. 'Rasa' dikesan melalui pengeluaran komponen tidak meruap manakala 'aroma' dikesan melalui deria hidung hasil pengeluaran wap komponen mudah meruap yang ada di dalam teh. Menurut pemerhatian, kajian-kajian lepas lebih banyak menumpu pada komponen organik seperti polifenol dan kafein berbanding komponen meruap yang menyumbang kepada aroma teh (Wang *et al.*, 2007).

Kualiti produk akhir teh bergantung pada beberapa faktor yang perlu diambil kira bermula dari penggunaan bahan asas hinggalah kaedah pemprosesan yang digunakan. Antara faktor-faktor yang dimaksudkan ialah klonal, keadaan fermentasi, piawai tuaian, dan teknik pemprosesan, dimana ia mempengaruhi komposisi kimia produk akhir teh yang dihasilkan tidak terkecuali komponen meruap (Ravichandran and Parthiban, 1997).

Beberapa kaedah analisis telah digunakan untuk mengkaji kandungan perisa yang ada di dalam teh. Analisis yang dijalankan biasanya memerlukan kepada langkah penyediaan sampel teh. Komponen mudah meruap teh diekstrak terlebih dahulu menggunakan kaedah pengekstrakan seperti kaedah penyulingan wap serentak (SDE) atau kaedah pengekstrakan pelarut (SE) sebelum diasingkan dengan kromatografi gas (GC) seterusnya ditentukan oleh spektrometri jisim (MS) (Caballero *et al.*, 2003). Namun akhir-akhir ini, penggunaan kaedah kromatografi cecair perlaksanaan-tinggi (HPLC) lebih dipraktikkan untuk pengukuran komponen tidak meruap kerana ia membolehkan penentuan catechin dan theaflavin dibuat secara individu. Selain dua kaedah pengekstrakan yang telah dinyatakan tadi, kaedah pengekstrakan mikro fasa-pepejal (SPME) juga boleh digunakan. Proses pengasingan komponen meruap dari sampel teh menggunakan kaedah SPME adalah lebih ringkas jika dibandingkan dengan kaedah SDE. Namun, setiap kaedah pengekstrakan

termasuk kaedah SDE sendiri mempunyai kelebihan masing-masing dalam proses penyediaan sampel sebelum sampel dianalisis samada menggunakan alat GC atau HPLC (Wang *et al.*, 2007).

Perisa teh secara tradisinya diukur melalui kombinasi instrumen analitikal konvensional dengan penyenaraian ciri-ciri organoleptik oleh panel pemeriksa, namun, kaedah ini melibatkan penggunaan tenaga kerja manusia dan masa yang tinggi serta hasil ujian yang tidak tepat kerana kurang sensitiviti atau informasi kuantitatif. Kaedah pengukuran perisa teh yang terbaru ialah dengan menggunakan kaedah *electronic nose* dimana ia dapat mengatasi kekurangan yang ada pada kaedah konvensional tersebut. *Electronic nose* berfungsi untuk memantau kualiti perisa sampel teh yang telah diproses dibawah keadaan pemprosesan yang berbeza-beza melalui pengesanan komponen organik mudah meruap yang ada di dalam teh oleh sistem *electronic nose* tersebut (Dutta *et al.*, 2003).

1.2 Objektif:

1. Melihat corak perbezaan komposisi komponen meruap diantara teh hitam (teh terfermentasi sepenuhnya) dan teh hijau (teh tidak terfermentasi).
2. Melihat perbezaan komposisi komponen meruap pada teh melalui tempoh fermentasi yang berbeza (0 minit, 30 minit, 90 minit dan 180 minit).
3. Melihat perbezaan komposisi komponen meruap pada setiap tahap kematangan daun (muda, pertengahan dan matang).

BAB 2

ULASAN PERPUSTAKAAN

2.1 Industri pembuatan teh

Pemprosesan teh untuk penghasilan kualiti yang seragam adalah sukar dicapai kerana komponen organik bagi teh wujud dalam jumlah yang banyak. Perisa dan aroma ialah dua faktor yang menentukan kualiti produk teh dimana ia berkait rapat dengan kuantiti komponen meruap yang wujud dalam teh serta nisbah kuantiti antara satu komponen dengan komponen yang lain (Dutta *et al*, 2003).

Terdapat tiga produk minuman utama yang dihasilkan dari daun teh iaitu teh hitam, teh Oolong/Pouchong dan teh hijau. Teh hitam ialah produk teh yang menjalani proses fermentasi atau pengoksidaan dalam langkah pemprosesannya. Teh Oolong atau Pouchong merupakan produk teh yang menjalani proses fermentasi secara minima atau separa. Lain-lain produk teh semi-fermentasi selain Oolong dan Pouchong ialah Teek-wang-yin dan Longjing dimana ia juga menjalani proses pembuatan yang sama seperti teh Pouchong. Teh hijau pula ialah produk teh yang terhasil tanpa menjalani proses fermentasi (Caballero *et al*, 2003). Disebabkan tiada kaedah piawai yang tetap bagi mengenalpasti kelas produk teh, masyarakat di Korea mengklasifikasikan produk teh berdasarkan warna air rendaman (*infusion color*), tetapi pada satu-satu keadaan ia masih tidak dapat membezakan antara produk teh hijau dengan teh Oolong. Akhir-akhir ini pengeluar teh semi-fermentasi Oolong bertindak memudahkan proses pembuatan produk ini dimana ia digelar sebagai 'peningkatan kehijauan'. Oleh kerana proses pembuatan teh Oolong secara tradisional adalah rumit dan melibatkan tenaga buruh yang tinggi, harga pasaran



produk ini lebih mahal berbanding teh hijau dan teh hitam. Sementara itu, berlaku peningkatan nilai pasaran teh hijau kerana kelebihan dan nilai kesihatan yang dipunyai oleh produk ini (Wang, *et al.*, 2007). Disini dapat dilihat bahawa, adalah satu kelebihan bagi produk teh hijau kerana disamping khasiat penggunaannya, proses pembuatan teh ini lebih mudah berbanding teh hitam dan teh Oolong/Pouchong. Teh hijau dikatakan mempunyai komposisi yang sama dengan daun teh segar kecuali berlaku beberapa proses enzimatik yang merangsang perubahan dimana ia terjadi secara melampau atau ekstrim sejurus selepas daun dituai dari pokok teh. Ketiga-tiga jenis produk teh yang dinyatakan berbeza dari aspek komposisi kimia dan pemprosesan terutamanya pada langkah fermentasi yang hanya dilalui oleh produk teh hitam dan teh Oolong/Pouchong (Wang *et al.*, 2008). Jadual 2.1 menunjukkan perbezaan proses pembuatan bagi ketiga-tiga jenis teh ini.

Jadual 2.1: Perbezaan proses pembuatan tiga jenis produk teh yang utama. Bagi produk teh hijau dan teh Oolong, proses pembuatan mungkin sedikit berbeza antara negara pengeluar.

Teh hitam (terfermentasi sepenuhnya)	Teh Oolong (semi-fermentasi)	Teh hijau (tidak terfermentasi)
Pelayuan ↓ Pengisaran ↓ Fermentasi ↓ Pengeringan	Pelayuan ↓ Pengisaran pada empat jam terakhir pelayuan ↓ Pemanggangan (roasting) ↓ Pengisaran ↓ Pengeringan (firing)	Pelayuan* ↓ Pengukusan (steam-blanch) ↓ Pengeringan ↓ Pengisaran * Langkah pelayuan adalah tidak wajib.

2.2 Teh Sabah

Untuk menghasilkan produk teh yang berkualiti, adalah disarankan bagi pembuatan teh hanya menggunakan daun teh muda (dua daun pertama serta pucuk) sahaja. Namun, objektif ini sedikit sebanyak dipengaruhi faktor teknik tuaian yang digunakan. Kaedah tuaian daun teh adalah melibatkan teknik tuaian secara manual

dan mekanikal untuk memisahkan bahagian pucuk dari pokok induk (Caballero *et al.*, 2003). Teknik tuaian cara manual ialah teknik tuaian menggunakan tangan manakala tuaian cara mekanikal ialah teknik tuaian menggunakan gunting penuai dan mesin pemotong. Ketiga-tiga teknik tuaian ini digunakan oleh pekerja-pekerja di ladang Teh Sabah untuk menuai daun teh sebelum daun-daun tersebut dihantar ke kilang untuk tujuan pemprosesan produk minuman teh. Proses menuai menggunakan mesin pemotong memerlukan mesin tersebut dikendali oleh dua orang pekerja untuk menggerakkan mesin tersebut. Ia digunakan kerana hasil tuaian menggunakan alat ini adalah lebih tinggi dan menjimatkan masa (Yamou, 2008).

Penggunaan teknik tuaian secara konvensional iaitu menggunakan tangan melibatkan penggunaan masa dan tenaga buruh yang tinggi namun bertindak sebagai teknik paling berkesan dalam mendapatkan hasil tuaian yang memenuhi spesifikasi dan ciri-ciri daun yang diperlukan. Manakala teknik tuaian menggunakan gunting penuai dan mesin pemotong yang dikatakan lebih efektif dari segi penggunaan masa dan tenaga buruh, mempunyai peluang yang lebih tinggi berbanding kaedah konvensional untuk mendapat hasil tuaian yang lebih matang serta tidak mengikut piawai yang ditetapkan (dua daun pertama serta pucuk) (Caballero *et al.*, 2003). Oleh sebab itu, setelah daun-daun teh selesai dituai, ia perlu menjalani proses pengasingan atau pemilihan daun yang memenuhi spesifikasi seperti yang ditetapkan dan tugas ini dibuat secara manual iaitu melibatkan penggunaan tenaga buruh. Namun tugas ini dibuat secara rawak sahaja kerana faktor masa dan kos buruh (Subki, 2008). Daun matang hasil dari pengasingan tersebut dikategorikan sebagai hasil buangan. Penuaian daun teh di ladang ini dibuat sekitar jam enam hingga sebelas pagi setiap hari bekerja iaitu Isnin hingga Sabtu (Yamou, 2008).

2.3 Kualiti teh

Seperti produk pertanian yang lain, kualiti teh dalam aspek teknologi juga mengalami perubahan dan inovasi supaya ciri-ciri yang diinginkan dapat diwujudkan dalam penghasilan minuman dari sumber ini. 'Kualiti' menjadi semakin penting dikalangan pengguna kerana kesedaran mereka terhadap aspek kesihatan. Oleh itu, usaha mengawal kualiti menjadi sebahagian komponen yang perlu diberi perhatian dalam teknologi moden teh. Kandungan flavanoid, protein dan lipid, serta enzim hidrolitik dan oksidatif, yang wujud dalam pucuk daun teh memainkan peranan penting dalam

penghasilan ciri-ciri kualiti semasa pembuatan teh hitam. Aroma teh, yang dipengaruhi oleh komponen meruap terhasil semasa pemprosesan teh, dianggap sebagai parameter kualiti yang penting dalam penentuan harga teh terproses (Ravichandran & Parthiban, 1997).

Komposisi teh berbeza-beza dan berubah akibat pengaruh dari beberapa faktor seperti piawai tuaian (Owuor & Obanda, 1997; Ravichandran & Parthiban, 1997), teknik pemprosesan (Ravichandran & Parthiban, 1998), keadaan fermentasi (Owuor & Obanda, 1997), dan kecederaan mekanikal pada daun teh segar (Ravichandran & Parthiban, 1997).

Piawai tuaian yang diamalkan semasa penuaian daun teh dari pokok induk dilaporkan mempengaruhi kualiti teh yang dihasilkan. Penuaian daun teh selain dari bahagian pucuk yang disarankan menunjukkan penurunan kualiti hasil berkadaran dengan kematangan daun yang semakin tua. Kualiti hasil teh hitam dikatakan menurun dengan penggunaan hasil piawai tuaian daun teh yang lebih matang. Penurunan kualiti tersebut menyebabkan kerugian ekonomi kerana kemerosotan penerimaan pengguna disebabkan oleh kualiti teh yang rendah. Penentuan kualiti teh yang terjejas dilihat dari aspek penurunan paras catechin, perubahan komposisi dan aktiviti isoenzim polifenol oksidase, penurunan keseluruhan paras theaflavin, dan peningkatan asid lemak tidak tepu yang menyebabkan pengeluaran aroma teh hitam berkurang (Ravichandran & Parthiban, 1997). Selain dari parameter kualiti kimia yang wujud dalam teh iaitu theaflavin, thearubigin, dan kafein yang menyumbang ciri-ciri ketajaman (*astringency*), kecerahan (*brightness*), warna dan ketebalan teh hitam, aroma juga merupakan parameter kualiti yang penting bagi produk teh hitam.

Pengeluaran komponen meruap boleh berubah disebabkan oleh beberapa kaedah pembuatan yang terlibat dalam pembuatan teh hitam. Proses pelayuan dilihat boleh menyebabkan perubahan yang begitu ketara pada komponen meruap. Secara umumnya, kumpulan I komponen tersebut meningkat dengan kenaikan yang ketara bagi n-heksanol, cis-3-heksenol dan trans-2-heksenal. Semua komponen dalam kumpulan II kecuali benzil alkohol dan benzaldehid juga meningkat dimana peningkatan linalool adalah yang paling banyak berbanding komponen lain serta memainkan peranan penting terhadap kualiti aroma teh hitam (Ravichandran & Parthiban, 1997).

Berbeza tentang apa yang berlaku dalam proses fermentasi (pengoksidaan). Semasa komponen aldehide dari kumpulan I meningkat, komponen alkohol kecuali trans-2-heksenol menurun ketika proses fermentasi berlaku. Linalool oksida meningkat bersama linalool, phenilacetaldehyde dan geraniol semasa fermentasi. Methyl salicylate menurun dengan sangat ketara dan paras ionone juga menjadi rendah. Hampir semua komponen yang terbentuk semasa proses fermentasi teruap akibat proses pengeringan. Semua komponen dalam kumpulan I yang didominasi oleh trans-2-heksenal menampakkan penurunan secara major, manakala komponen dalam kumpulan II pula adalah sebaliknya. Benzaldehyde dan ionone meningkat dan komponen lain dalam kumpulan II menurun tetapi tidak terlalu ketara seperti yang berlaku pada kumpulan I. Akhir sekali semasa proses *brew*, hanya sejumlah kecil komponen meruap yang ditemui. Aldehide dan keton hampir tiada dan terdapat sedikit penahanan (*retention*) pada linalool dan pengoksidaannya, tetapi 2-pheniletanol dan benzil alkohol meningkat. Sebarang kecederaan mekanikal yang dialami sebelum proses pengisaran juga boleh menyebabkan penurunan kualiti teh yang diproses (Ravichandran & Parthiban, 1997). Kecerahan dan indeks perisa (FI) menurun manakala paras thearubigin, warna, kumpulan I dan kumpulan II komponen meruap meningkat dalam tempoh fermentasi yang panjang (Owuor & Obanda, 1997).

2.4 Pemprosesan teh

Pemprosesan teh hitam melibatkan tujuh langkah iaitu bermula dengan langkah menuai daun teh yang dilakukan setiap pagi, seterusnya hasil tuaian daun teh dibawa terus ke kilang untuk langkah pelayuan (*withering*), pengisaran (*rolling*), fermentasi (*fermentation*), pengeringan (*drying/firing*), pengasingan (*sorting/grading*), dan pembungkusan (Caballero *et al.*, 2003; Subki, 2008).

Pelayuan didefinisikan sebagai perubahan yang berlaku keatas daun teh dari tempoh ia dituai dari pokok induk hinggalah langkah pengurangan saiz partikel daun teh oleh aktiviti pengisaran. Perubahan ini merujuk kepada proses fizikal dan proses kimia yang dirasakan penting dalam pembuatan atau pemprosesan teh. Proses fizikal yang utama dalam langkah pelayuan ialah kehilangan kelembapan dimana ia merangsang kepada perubahan ketelapan sel membran daun teh. Daun teh yang telah dituai akan ditabur diatas palung khas dan dibiarkan terdedah pada udara. Ini bertujuan untuk memekatkan jus yang ada pada daun teh dengan menurunkan

paras kelembapan teh sehingga mencapai nilai 60% (Caballero *et al.*, 2003). Menurut Owuor & Obanda (1997), proses ini menyebabkan peratus lembapan daun turun kepada 69 – 70% dimana ia biasanya mengambil masa sekitar 16 – 18 jam.

Kemudian, daun teh akan menjalani proses pengisaran dimana daun teh dikisar menggunakan mesin *rotorvane*. Langkah tersebut menjadikan bentuk teh terubah menjadi partikel-partikel kecil iaitu dalam bentuk serbuk teh yang masih basah kerana belum menjalani proses pengeringan. Terdapat beberapa kaedah lain yang digunakan dalam langkah ini iaitu *Legg-cut*, *Crush*, *Tear and Curl* (CTC), *Laurie Tea Processor* (LTP) dan *Triturator*, dimana kesemua kaedah yang dinyatakan ini merupakan kaedah moden yang digunakan untuk menggantikan langkah pengisaran secara konvensional. Kaedah konvensional memerlukan daun teh di pulas (*twisted*) dan membran separuh telap daun teh terherot (*distorted*) seterusnya membenarkan jus dari sel terkeluar dan menutupi permukaan daun. Jus tersebut akan bercampur dengan enzim dalam kehadiran oksigen dan tindakbalas kimia berlaku untuk memulakan proses fermentasi (Caballero *et al.*, 2003).

Seterusnya merupakan langkah fermentasi. Serbuk teh basah dibiarkan teroksida oleh tindakan penyerapan oksigen ke bahagian dalam setiap partikel. Ini akan mengaktifkan enzim yang akan menyebabkan perubahan komposisi kimia pada partikel teh serta mengoksidakan sebahagian komponen polifenol atau lebih spesifik dikenali sebagai tannin. Fermentasi atau pengoksidaan tersebut akan berterusan selama beberapa jam bergantung pada keadaan cuaca dan paras kelembapan udara; pada tahap ini berlaku perubahan aroma dan warna 'dhool' (daun teh yang telah terfermentasi) yang begitu ketara, warna hijau pada daun teh asal akan bertukar kepada warna coklat atau perang. Langkah fermentasi partikel teh adalah penting dalam menjadikan kualiti teh boleh diterima oleh pengguna sebagai minuman (Ravichandran & Parthiban, 1997). Bagi kilang proses teh yang mengaplikasi sistem CTC, LTP dan *rotorvane*, fermentasi dibuat secara berkumpulan (*batch*) menggunakan sistem samada palung, troli, ataupun mesin yang bergerak secara berterusan (Caballero *et al.*, 2003). Kilang proses teh Sabah menggunakan mesin yang bergerak secara berterusan semasa fermentasi partikel teh berlaku. Tempoh fermentasi yang diberi terhadap daun teh mungkin berbeza-beza antara pengilang. Di Sabah Tea Sdn Bhd, 30 hingga 40 minit adalah satu tempoh fermentasi yang cukup bagi 'dhool' sebelum ia menjalani proses pengeringan (Subki, 2008).

Untuk menghentikan proses fermentasi atau pengoksidaan yang sedang berlaku pada 'dhool' tersebut, langkah pengeringan atau pembakaran perlu dijalankan. Proses fermentasi terhenti kerana aktiviti penyahaktifan enzim iaitu dengan mendedahkan 'dhool' pada suhu yang tinggi. Teh dikeringkan menggunakan oven pemanas dimana ia juga bertindak sebagai agen pengurangan paras kelembapan sehingga mencapai 3.5 – 5% (Sabah Tea Sdn Bhd, 2008). Suhu pada bahagian *inlet* alat pengering adalah sekitar 98 hingga 140°C manakala suhu pada bahagian *outlet* alat pengering adalah sekitar 45 hingga 82°C (Caballero *et al.*, 2003).

Setelah selesai proses pengeringan, warna coklat atau perang pada teh akan bertukar menjadi gelap seakan-akan kehitaman. Pembungkusan teh yang telah siap diproses dibuat menggunakan beberapa jenis pembungkus iaitu; teh diisi ke dalam uncang (biasanya sekitar dua gram setiap beg) seterusnya dipasarkan dalam pembungkus kotak, teh juga boleh diisi kedalam beg plastik beraluminium, atau diisi kedalam kotak tanpa melibatkan penggunaan uncang. Perbezaan jenis pembungkus yang digunakan juga mempengaruhi harga pasaran produk teh ini. Namun, pemilihan jenis pembungkus untuk teh tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor terutamanya penggredan (Subki, 2008).

2.4.1 Penggredan

Penggredan teh dibuat dengan menggunakan mesin pengasing dimana mesin ini akan mengasing teh berdasarkan saiz dan bentuk partikel teh. Untuk tujuan ini, Sabah Tea Sdn Bhd menjalankan proses penggredan menggunakan mesin pengasing seperti yang dapat dilihat pada Rajah 2.1. Serbuk teh yang telah siap diproses dituang ke bahagian penapis mesin paling atas. Apabila mesin mula bekerja dengan penapis membuat gerakan pantas menggoncang (*shaking*) arah membulat, serbuk teh yang mempunyai saiz partikel lebih halus akan jatuh ke bahagian penapis bawah dan seterusnya bergantung pada saiz kehalusan serbuk. Saiz serbuk teh yang terasing tersebut menentukan gred teh yang akan dipasarkan dan harga jualan bagi setiap jenis gred yang ada adalah berbeza antara satu sama lain. Perbezaan gred teh tersebut dikategorikan sebagai *broken orange pekoe* (BOP), *broken orange pekoe fanning* (BOPF), *fanning*, dan *dust* seperti yang dapat dilihat pada Jadual 2.2 (Sabah Tea Sdn Bhd, 2008).



Rajah 2.1: Mesin pengasing bagi serbuk teh yang telah siap diproses yang digunakan untuk tujuan penggredan oleh kilang pemprosesan teh, Sabah Tea Sdn Bhd.

Jadual 2.2: Jenis-jenis gred teh Sabah yang telah siap diproses.

Gred teh Sabah	Penerangan
<i>Broken Orange Pekoe (BOP)</i>	Gred teh yang rendah dengan kecirian likuor yang baik.
<i>Broken Orange Pekoe Fannings (BOPF)</i>	Gred teh yang lebih halus dengan kecirian likuor yang tinggi.
<i>Fannings (Fangs)</i>	Mengandungi serbuk halus dengan kecirian likuor yang tinggi, kebiasaannya dibungkus dalam uncang.
<i>Dust (D)</i>	Merupakan gred yang terendah dengan kelikourannya, agak kasar serta kuat jika dibandingkan dengan BOPF. Terbahagi kepada 'Dust 1', 'Dust 2', dan seterusnya mengikut kehalusan saiz teh.

a. Tempoh fermentasi

Secara umumnya, pengkelasan teh dibuat berdasarkan pada beberapa faktor. Antara faktor utama pengkelasan teh ialah kaedah pemprosesan dari aspek darjah fermentasi yang dijalani oleh sesuatu produk teh. Kebanyakan transformasi kimia teh berlaku semasa proses fermentasi dalam penghasilan teh hitam. Transformasi tersebut memberi kesan terhadap aspek rasa dan aroma teh. 'Fermentasi' dalam sains teh moden didefinisikan sebagai pengoksidaan catechin, kandungan catechin atau produk hasil dari oksidasi iaitu theaflavin dan thearubigin, mungkin dilihat sebagai keutamaan dalam penentuan piawai pengkelasan teh (Wang *et al.*, 2007). Secara teorinya, proses fermentasi menyebabkan catechin teroksida, maka, teh yang difermentasi dalam masa yang lebih singkat seharusnya mengandungi lebih banyak

RUJUKAN

- Berger, R.G., (Ed.). 2007. *Flavour and Fragrances, Chemistry, Bioprocessing and Sustainability*. Springer, New York.
- Caballero, B., Trugo, L. C. & Finglas, P. M. 2003. *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition*. Second edition. Academic Press, Singapore.
- 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. *Food Chemistry*. **102**: 1214 - 1222
- Consuelo, M. D., Perez-Coello, M. S & Cabezudo, M. D. 2001. Supercritical Carbon Dioxide Extraction of Volatiles from Spices Comparison with Simultaneous Distillation-extraction. *Journal of Chromatography A*. **947**: 23 -29.
- Dutta, R., Hines, E.L., Gardner, J.W. & Bhuyan, M. 2003. Tea Quality Prediction Using a Tin Oxide-Based Electronic Nose: An Artificial Intelligence Approach. *Sensors and Actuators B*. **94**: 228 – 237.
- Han, B.Y. & Chen, Z.M. 2002. Composition of the Volatiles from Intact and Mechanically Pierced Tea Aphid-Tea Shoot Complexes and Their Attraction to Natural Enemies of the Tea Aphid. *Jurnal Agriculture. Food Chemistry*. **50**: 2571 -2575.
- Helrich, K. 1990. *AOAC Official Methods of Analysis*. 15th Edition, Volume 2. Association of Analytical Chemists, Inc, USA.
- <http://en.Wikipedia.org/wiki/aroma> compound.
- Jin, Y. & Row, K. H. 2005. Recovery of Catechin Compounds from Korean Tea by Solvent Extraction. *Bioresource Technology*. **97**: 790 – 793.
- Kumazawa, K. & Masuda, H. 2001. Changes in the Flavor of Black Tea Drink during Heat Processing. *Jurnal Agriculure, Food Chemistry*. **49**: 3304 – 3309.
- Malidin. 2008. *Pemprosesan Teh Sabah di Sabah Tea Sdn Bhd, Ranau, Sabah*. Temubual. 16 Ogos 2008.
- Marsili, Ray. 2002. *Flavor, Fragrance, and Odor Analysis*. Marcel Dekker Inc, New York.
- Nielsen, S. S. 2003. *Food Analysis*. Third Edition. Kluwer Academic/Plenum Publisher, New York.
- Nollet, L.M.L. 2004. *Handbook of Food Analysis*. Second edition. Marcel Dekker, Inc, New York.
- Owuor & Obanda. 1997. The Changes in Black Tea Quality Due to Variations of Plucking Standard and Fermentation Time. *Food Chemistry*. **61**: 435 -441.
- Owuor & Obanda. 2000. Quality response of clonal black tea to nitrogen fertiliser, plucking interval and plucking standard. *Journal of Science Food Agriculture* **80**:439 – 446.



- Pourmortazavi, S. M. & Hajimirsadeghi, S. S. 2007. Supercritical Fluid Extraction in Plant Essential and Volatile Oil Analysis. *Journal of Chromatography A*. **1163**: 2 – 24.
- Rajaei, A., Barzegar, M. & Yamini, Y. 2004. Supercritical Fluid Extraction of Tea Seed Oil and Its Comparison with Solvent Extraction. *Eur Food Res Technol*. **220**: 401 –405.
- Ravichandran, R. & Parthiban, R.. 1997. The Impact of Processing Techniques on Tea Volatiles. *Food Chemistry*. **62**: 347 – 353.
- Rawat, R., Gulati, A., Babu, G.D.K., Acharya, R. Kaul, V.K., & Singh, B. 2007. Characterization of Volatile Components of Kangra Orthodox Black Tea by Gas Chromatography-Mass Spectrometry. *Food Chemistry*. **105**: 229 – 235.
- Rodrigues-Amaya, D.B. & Kimora, M. 2004. *HarvestPlus Handbook for Carotenoid Analysis*. USA
- Subki, M. 2008. *Pemprosesan Teh Sabah di Sabah Tea Sdn Bhd, Ranau, Sabah*. Temubual. 25 Disember 2008.
- Teranishi, R., Wick, E.L. & Hornstein, I. 1999. *Flavor chemistry, Thirty Years of Progress*. New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers.
- Wang, L. F., Lee, J. Y., Chung, J. O., Baik, J. H., So, S. & Park, S. K. 2007. Discrimination of Teas with Different Degrees of Fermentation by SPME-GC Analysis of the Characteristic Volatile Flavor Compounds. *Food Chemistry*. **109**: 198 – 206.
- Whitaker. 2003. *Handbook of Food Enzymology*. USA: Marcel Dekker, Inc
- <http://www.restek.corp/TechnicalGuide/org>. 1999. A Guide to Preparing and Analysis Chlorinated Pesticide, Technical Guide.
- Yamini, Y., Khajeh, M., Ghasemi, E., Mirza, M. & Javidnia, K. 2007. Comparison of Essential Oil Compositions of *Salvia mirzayanii* Obtained by Supercritical Carbon Dioxide Extraction and Hydrodistillation Methods. *Food Chemistry*. **108**: 341 – 346.
- Yamou, J.L. 2008. *Penuaian Teh Sabah di Sabah Tea Sdn Bhd, Ranau, Sabah*. Temubual. 16 Januari 2008.
- Yusuf, U.K. 2002. *Struktur dan Fungsi Tumbuhan Vaskular*. Universiti Putra Malaysia, Serdang, Selangor.
- Zhang, Z.M., Zeng, D.D, & Li, G.K. 2008. Study of the Volatile Composition of Tomato During Storage by a Combination Sampling Method Coupled with Gas Chromatography/Mass Spectrometry. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. **88**: page 116 – 124.
- Zhen, Y., et al. 2002. *Tea: Bioactivity and Therapeutic Potential*. CRC Press, New York.