

UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS

JUDUL: KOMPOSISI PROKSIMAT DAN KOMPONEN MERUP DAUN BAWING, OCIMUM
BASILICUM

ZAH: SARJANA MUDA SAINS MAKANAN DENGAN KEPUJIAN (TEKNOLOGI MAKANAN & BIOPROSES)

SESI PENGAJIAN: 2005-2009

NAAMA: SITI SUZIAWANNIE BINTI AB. MAJIT
 (HURUF BESAR)

Perpustakaan tidak 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

Emmy B

(TANDATANGAN PENULIS)

(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

Alamat Tetap: Kg Peringatan KM9,

Jln Putatan, Penampang,

Sabah.

Puan Nor Ghairul Izzreen Mohd Noor

Nama Penyelia

Tarikh: 26 MEI 2009

Tarikh: 26 MEI 2009

PERHATIAN: * 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).



**KOMPOSISI PROKSIMAT DAN KOMPONEN
MERUAP DAUN BAWING, *OCIMUM BASILICUM***

SITI SUZIAWANNIE BINTI ABDUL MAJIT

 **PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH**

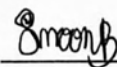
**LATIHAN ILMIAH INI DIKEMUKAKAN UNTUK
MEMENUHI SYARAT MEMPEROLEH
IJAZAH SARJANA MUDA SAINS MAKANAN
DENGAN KEPUJIAN
(TEKNOLOGI MAKANAN & BIOPROSES)**

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

Pengakuan pelajar

Segala nukilan, ringkasan dan rujukan yang tiap-tiap satunya telah saya jelaskan sumbernya

Mei 2009



(Siti Suziawannie Binti Abdul Majit)

(HN2005-3544)

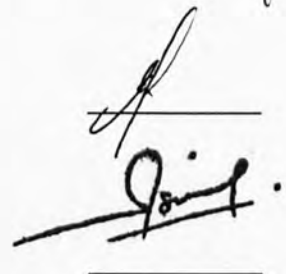
TAJUK: **KOMPOSISI PROKSIMAT DAN KOMPONEN MERUAP DAUN
BAWING, *OCIMUM BASILICUM***

IJAZAH: **SARJANA MUDA SAINS MAKANAN & PEMAKANAN DENGAN
KEPUJIAN (TEKNOLOGI MAKANAN & BIOPROSES)**

TARIKH VIVA: **13 MEI 2009**

DISAHKAN OLEH

1. Penyelia
(Pn. Nor Qhairul Izzreen Mohd Noor)
2. Pemeriksa
(Dr. Patricia Matanjun)
3. Pemeriksa
(Cik Ho Ai Ling)
4. Dekan
(Prof. Madya Dr. Mohd Ismail Abdullah)



Penghargaan

Saya bersyukur ke hadrat ilahi kerana dengan keizinannya laporan tesis ini dapat disiapkan.

Saya ingin mengucapkan jutaan terima kasih saya kepada kedua ibubapa saya, Dayang Mainah Junip dan Abdul Majit Murat, kerana banyak menyokong saya dari segi kewangan, moral, dan kasih sayang. Tanpa mereka saya tidak akan dapat menyiapkan tesis ini dengan sebaiknya.

Keduanya, saya ingin berterima kasih kepada penyelia saya, Puan Nor Qhairul Izzreen Mohd Noor kerana banyak membimbing saya.

Akhir sekali, saya berterima kasih kepada semua pihak yang telah membantu saya secara langsung dan tidak langsung dalam menyiapkan tesis ini.

Sekian, terima kasih.

Bertekad cemerlang,

Siti Suziawannie Binti Abdul Majit

ABSTRAK

Objektif kajian ini adalah untuk mengkaji komposisi proksimat daun bawing (*Ocimum basilicum*), mengkaji komponen meruap yang menyumbang kepada aroma daun bawing, serta mengkaji kesan kaedah pengekstrakan dan kesan pengeringan ke atas komponen meruap daun bawing. Komponen meruap daun bawing kering dan segar, kedua-duanya dikaji melalui tiga kaedah pengekstrakan iaitu, pengekstrakan penyulingan serentak (SDE), pengekstrakan pelarut (SE) dengan diklorometana sebagai pelarut, dan SE dengan dietil eter sebagai pelarut, kemudian dianalisa menggunakan kromatografi gas/spektrometri jisim (GC/MS). Komponen yang terbanyak dalam daun bawing ialah karbohidrat iaitu $36.44 \% \pm 0.60$ dan komponen yang paling sedikit dalam daun bawing ialah serabut iaitu $6.77 \% \pm 0.13$. Jumlah puncak yang telah dikesan melalui analisis GC/MS bagi semua sampel ialah 2717 puncak dan hanya 112 jenis komponen meruap yang dikenalpasti. Komponen meruap yang utama dalam daun bawing ialah alfa-kubebene. Alfa-kubebene telah dikesan dalam sampel yang diekstrak melalui kaedah SE dengan diklorometana sebagai pelarut dan SE dengan dietil eter sebagai pelarut. SDE mengekstrak komponen meruap pada peratus luas puncak yang paling tinggi namun mengekstrak kelas komponen meruap yang terhad. Manakala, SE mengekstrak komponen meruap pada peratus luas puncak yang paling rendah namun mengekstrak pelbagai kelas komponen meruap. Peratus luas puncak komponen meruap daun bawing kering adalah lebih rendah berbanding dengan daun bawing segar. Ini disebabkan oleh perubahan fizikokimia yang dialami oleh daun bawing semasa proses pengeringan. Degradasi dan penguraian komponen meruap daun bawing berlaku semasa proses pengeringan. Perbezaan yang signifikan wujud pada komponen meruap daun bawing yang diekstrak melalui tiga kaedah pengekstrakan berbeza. Tambahan lagi, perbezaan yang signifikan wujud pada komponen meruap daun bawing kering dan segar. Kesimpulannya, keputusan kajian ini menunjukkan komposisi proksimat daun bawing telah diperolehi, kaedah SE adalah kaedah yang lebih baik untuk mengekstrak komponen meruap daun bawing yang mempunyai takat didih yang rendah dan daun bawing kering mengandungi komponen meruap yang berbeza dengan daun bawing segar.

ABSTRACT

PROXIMATE COMPOSITIONS AND VOLATILE COMPOUNDS OF BAWING LEAVES, OCIMUM BASILICUM

The objectives of this study are to investigate the proximate compositions of bawing leaves (Ocimum basilicum), to investigate the volatile compounds that contribute to bawing leaves aroma, and to investigate extraction methods effect and drying effect to bawing leaves volatile compounds. Both volatile compounds of dried and fresh bawing leaves were investigated by three extraction methods, including simultaneous distillation extraction (SDE), solvent extraction (SE) with dichloromethane as solvent, and SE with diethyl ether as solvent, coupled with gas chromatography/mass spectrometry (GC/MS). The most abundant component in bawing leaves is carbohydrate, which is $36.44 \% \pm 0.60$ and the least abundant component in bawing leaves is fiber, which is $6.77 \% \pm 0.13$. Total of peaks detected by GC/MS is 2717 peaks and only 112 types of volatile compounds are identified. The major volatile compound in bawing leaves is alpha-cubebene. Alpha-cubebene was detected in samples that were extracted by SE with dichloromethane as solvent and SE with diethyl ether as solvent. SDE extracted the most percentage of peak area of volatile compound but limited volatile compound classes. On the other hand, SE extracted the least percentage of peak area of volatile compound but variety of volatile compound classes. Dried bawing leaves have lower percentage of peak area of volatile compound than fresh bawing leaves. This is due to physicochemical changes that bawing leaves undergo during drying process. Degradation and decomposition of bawing leaves volatile compound occurred during drying process. There is a significant difference in bawing leaves volatile compounds by the three different extraction methods. Furthermore, there is a significant difference in volatile compounds of dried and fresh bawing leaves. As a conclusion, the research result showed that SE is the better extraction method to extract volatile compounds of bawing leaves that have low boiling point and volatile compounds of dried bawing leaves is different from fresh bawing leaves.

ISI KANDUNGAN

	M/S
TAJUK	i
PENGAKUAN PELAJAR	ii
PENGAKUAN PEMERIKSA	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
ISI KANDUNGAN	vii
SENARAI JADUAL	ix
SENARAI RAJAH	x
SENARAI SINGKATAN	xi
SENARAI LAMPIRAN	xii
BAB 1: PENDAHULUAN	1
1.1 PENGENALAN	1
1.2 OBJEKTIF	2
BAB 2: ULASAN KEPUSTAKAAN	3
2.1 DAUN BAWING, OCIMUM BASILICUM	3
2.2 KOMPOSISI PROKSIMAT	5
2.2.1 KANDUNGAN AIR	5
2.2.2 KANDUNGAN ABU	6
2.2.3 KANDUNGAN PROTEIN KASAR	6
2.2.4 KANDUNGAN LEMAK KASAR	6
2.2.5 KANDUNGAN SERABUT KASAR	7
2.2.6 KANDUNGAN KARBOHIDRAT KASAR	7
2.3 KOMPONEN MERUAP	7
2.4 PROSES PENGERINGAN	10
2.5 KAEDAH PENGEKSTRAKAN	10
2.5.1 PENGEKSTRAKAN PENYULINGAN SERENTAK	12
2.5.2 PENGEKSTRAKAN PELARUT	13
2.6 ANALISIS KROMATOGRAFI GAS/SPEKTROMETRI JISIM	14
BAB 3: BAHAN DAN KAEDAH	16

3.1	BAHAN	16
3.1.1	SAMPEL DAUN BAWING	16
3.1.2	BAHAN KIMIA	17
3.2	KAEDAH	18
3.2.1	PENYEDIAAN SAMPEL	18
3.2.1.1	DAUN BAWING SEGAR	18
3.2.1.2	DAUN BAWING KERING	18
3.2.2	ANALISIS PROKSIMAT	19
3.2.2.1	PENENTUAN KANDUNGAN AIR	19
3.2.2.2	PENENTUAN KANDUNGAN ABU	19
3.2.2.3	PENENTUAN KANDUNGAN PROTEIN KASAR	19
3.2.2.4	PENENTUAN KANDUNGAN LEMAK KASAR	20
3.2.2.5	PENENTUAN KANDUNGAN SERABUT KASAR	20
3.2.2.6	PENENTUAN KANDUNGAN KARBOHIDRAT KASAR	21
3.2.3	PENGEKSTRAKAN KOMPONEN MERUAP	21
3.2.3.1	PENGEKSTRAKAN PENYULINGAN SERENTAK	22
3.2.3.2	PENGEKSTRAKAN PELARUT	22
3.2.4	ANALISIS KROMATOGRAFI/SPEKTROMETRI JISIM	22
3.2.5	ANALISIS STATISTIK	23
3.2.5.1	ANALISIS PROKSIMAT	23
3.2.5.2	KOMPONEN MERUAP	23
BAB 4:	KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN	25
4.1	KOMPOSISI PROKSIMAT	25
4.2	KOMPONEN MERUAP	26
4.2.1	KESAN KAEDAH PENGEKSTRAKAN	29
4.2.2	KESAN PENGERINGAN	31
4.2.3	KELAS KOMPONEN MERUAP	33
BAB 5:	KESIMPULAN DAN CADANGAN	39
5.1	KESIMPULAN	39
RUJUKAN		41
LAMPIRAN		49

SENARAI JADUAL

Nombor jadual		Halaman
Jadual 4.1:	Komposisi proksimat daun bawing, <i>Ocimum basilicum</i>	25
Jadual 4.2:	Min bagi peratus luas puncak komponen meruap bagi setiap sampel	28
Jadual 4.3:	Min bagi peratus luas puncak komponen meruap yang diekstrak	29
Jadual 4.4:	Peratus luas puncak komponen meruap bagi setiap sampel	29
Jadual 4.5:	Peratus luas puncak komponen meruap utama daun bawing melalui kaedah SDE	31
Jadual 4.6:	Peratus luas puncak komponen meruap utama daun bawing melalui kaedah SE dengan diklorometana sebagai pelarut	31
Jadual 4.7:	Peratus luas puncak komponen meruap utama daun bawing melalui kaedah SE dengan dietil eter sebagai pelarut	32
Jadual 4.8:	Peratus luas puncak komponen meruap utama bagi beberapa kelas komponen meruap	33

SENARAI RAJAH

Nombor rajah	Halaman
Rajah 4.1: Propilin glikol, $C_3H_8O_2$	31
Rajah 4.2: Estragol, $C_{10}H_{12}O$	34
Rajah 4.3: Eugenol, $C_{10}H_{12}O_2$	35
Rajah 4.4: Alfa-kubebene, $C_{15}H_{24}$	36
Rajah 4.5: Kariofillin oksida, $C_{17}H_{26}$	36
Rajah 4.6: Alfa-pinene, $C_{10}H_{16}$	37
Rajah 4.7: Camphene, $C_{10}H_{16}$	37
Rajah 4.8: Borneol, $C_{10}H_{18}O$	38
Rajah 4.9: Camphor, $C_{10}H_{16}O$	38

SENARAI SINGKATAN

g	Gram
μl	Mikroliter
ml	Mililiter
m	Meter
cm	Sentimeter
mm	Milimeter
μm	Mikrometer
$^{\circ}\text{C}$	Darjah celsius
ml min^{-1}	Mililiter per minit
m/z	Nisbah jisim kepada caj
μ	Dalton
Pa	Pascal
i.d	Diameter dalaman

SENARAI LAMPIRAN

LAMPIRAN A	Kromatogram jisim bagi sampel daun bawing kering melalui pengekstrakan penyulingan serentak
LAMPIRAN B	Kromatogram jisim bagi sampel daun bawing segar melalui pengekstrakan penyulingan serentak
LAMPIRAN C	Kromatogram jisim bagi sampel daun bawing kering melalui pengekstrakan pelarut dengan diklorometana
LAMPIRAN D	Kromatogram jisim bagi sampel daun bawing segar melalui pengekstrakan pelarut dengan diklorometana
LAMPIRAN E	Kromatogram jisim bagi sampel daun bawing kering melalui pengekstrakan pelarut dengan dietil eter
LAMPIRAN F	Kromatogram jisim bagi sampel daun bawing segar melalui pengekstrakan pelarut dengan dietil eter
LAMPIRAN G	Graf komposisi peratus luas puncak kelas komponen meruap
LAMPIRAN H	Jadual komponen meruap
LAMPIRAN I	Two-way ANOVA ke atas peratus luas puncak komponen meruap daun bawing
LAMPIRAN J	Foto pokok bawing, <i>Ocimum basilicum</i> , di Kampung Petagas

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Pengenalan

Daun bawing iaitu *Ocimum basilicum*, adalah tumbuhan yang tergolong di dalam famili *Lamiaceae*, subfamili *Nepetoideae*. Pokoknya tumbuh liar di hutan-hutan kecil Sabah, seperti di Kampung Petagas. Ia berasal dari India serta bahagian-bahagian Asia yang lain. Ia adalah tumbuhan herba yang tumbuh di darat dan berbau harum. Baunya dapat dihidu dengan meramas daun bawing yang segar. Ia berbunga sepanjang tahun dan boleh tumbuh setinggi 20 hingga 60 cm. Batang herba dan daunnya berbulu halus. Daunnya berbentuk oblong, hujung yang tajam, dan mempunyai bintik glandular pada permukaan bawahnya. Jenis jambak bunganya ialah *inflorescence* yang rasem. Warna bunganya ialah putih dan unggu, serta mempunyai pedikel yang pendek. Daunnya selalunya dimakan segar sebagai ulam, dijadikan rempah dalam masakan, dan ubat herba tradisional. Tambahan lagi, apabila ditambah kepada makanan, ia dapat menghalang pengoksidaan lipid dalam makanan yang menyebabkan pembentukan bau yang tidak diingini (*off-flavor*) dan merencat pertumbuhan mikroorganisma (Ifesan *et al.*, 2000). Ia berfungsi sebagai penyejuk, perangsang, *carminative*, *expectorant*, *diaphoretic*, *diuretic*, dan *demulcent* (Vani *et al.*, 2009).

Komponen kimia yang mempunyai tekanan gas yang tinggi dalam keadaan yang normal yang membolehkan ia meruap adalah komponen meruap. Komponen

meruap juga dikenali sebagai aroma (Reineccius, 2006). Aroma sesuatu makanan adalah kunci utama kepada penerimaan sesuatu perisa. Ia adalah sukar untuk mengenalpasti perisa sesuatu makanan tanpa mengenalpasti aroma sesuatu makanan tersebut. Perisa adalah satu daripada komponen yang utama dalam pembezaan ciri-ciri sensori suatu makanan. Manakala, ciri-ciri fizikal dan warna bagi suatu makanan memberikan petunjuk kepada kualiti. Secara keseluruhannya, perisa dipengaruhi oleh genetik, persekitaran penuaian, kematangan semasa penuaian, dan pengendalian atau penyimpanan selepas penuaian. Maklumat kualitatif dan kuantitatif kedua-duanya diperlukan untuk memastikan pengawalan kualiti perisa dan kematangan, dan seterusnya pengawalan kualiti produk yang segar dan diproses (Ong *et al.*, 2008).

Tumbuhan segar yang digunakan sebagai rempah atau herba biasanya dikeringkan dan dijadikan serbuk untuk memudahkan penggunaannya serta menjadikannya lebih stabil semasa penyimpanan (Jayasundera *et al.*, 2009). Pengerangan juga dilakukan dengan tujuan pengawetan. Namun, proses pengeringan akan menyebabkan perubahan kepada komposisi kimia tumbuhan tersebut, contohnya perubahan ke atas komponen meruap (Klimankova *et al.*, 2008).

Daun bawing mempunyai perisa dan bau yang tersendiri. Ia selalunya dijual di pasar tamu di Sabah. Komponen meruapnya mempunyai nilai yang tinggi kerana mempunyai pelbagai kegunaan (Klimankova *et al.*, 2008). Kajian tentang komposisi kimia daun bawing adalah wajar kerana daun bawing mempunyai potensi yang besar untuk dikomersilkan di Sabah.

1.2 Objektif

- 1) Mengkaji komposisi proksimat daun bawing.
- 2) Mengkaji komponen meruap yang menyumbang kepada aroma daun bawing.
- 3) Mengkaji kesan kaedah pengekstrakan dan kesan pengeringan ke atas komponen meruap daun bawing.

BAB 2

ULASAN KEPUSTAKAAN

2.1 Daun Bawing, *Ocimum basilicum*

Ocimum basilicum juga dikenali sebagai *sweet basil* dalam bahasa Inggeris, *basilico* dalam bahasa Itali, *ruku-ruku* dalam bahasa Sulu, *solasi* dalam bahasa Tagalog, dan bawing di kalangan bumiputra Sabah seperti Kadazan dan Bajau. Ia berasal dari kawasan tropikal dan beriklim panas, seperti India, Afrika, dan selatan Asia. Ia adalah semulajadi hampir di seluruh dunia (Hiltunen & Holm, 1999). Ia telah tersebar ke seluruh dunia kerana penjajahan dan penghijrahan imigran. Ia ditanam di Eropah yang asalnya telah dibawa dari Afrika oleh golongan hamba (Vieira *et al.*, 1999).

Pokok bawing dapat tumbuh pada pelbagai keadaan ekologi. Ia dapat tumbuh di kawasan sejuk dan lembap, serta hutan hujan tropika dengan suhu tahunan di antara 6 dan 24 °C. Namun pokok bawing lebih cenderung untuk tumbuh di kawasan yang beriklim panas. Ia berkembang dengan baik apabila menerima cahaya matahari sepanjang hari. Tumbuhan ini berbunga sepanjang tahun. Ia juga mempunyai akar yang dalam. Habitatnya ialah kawasan lembap dan ia sensitif kepada kekeringan. Ia boleh dikultivat di dalam rumah hijau atau kawasan padang. Ia dapat tumbuh di kawasan terbuka yang lembap, pengairan yang baik, dan tanah yang gembur. Tumbuhan ini membiak melalui biji benih atau batang. Lebih daripada 150 spesis bagi genus *Ocimum*,

dikultivat secara komersial di beberapa negara, seperti Amerika dan Perancis (Hussain *et al.*, 2007).

Daun bawing mempunyai banyak jenis komposisi kimia yang berbeza-beza jika dibandingkan dengan daun bawing yang ditanam di tempat yang berbeza (Vieira *et al.*, 1999). Ia mengandungi tahap fenilpropena yang tinggi dalam komponen meruapnya, setinggi 90 % daripada jumlahnya adalah monoterpena seperti linalool dan kamfor (Gang *et al.*, 2000). Komponen meruap daun bawing mempunyai aroma yang unik dan dimakan segar atau kering untuk menambah perisa pelbagai jenis masakan. Kehadiran komponen meruap pada daunnya memberi aroma yang spesifik dan perisa kepada makanan. Komponen meruap yang bertanggungjawab terhadap aroma daunnya ialah 1,8-cineole, metil cinnamate, metil chavicol, dan linalool (Klimankova *et al.*, 2008). Ia adalah herba yang popular dalam diet di US dan Mediterranean. Ia mempunyai sifat antioksidan dan antimikrobial disebabkan komponen meruap yang hadir (Lee & Scagel, 2008).

Daun bawing yang segar digunakan sebagai bahan perisa atau rempah pada sos, sup, salad, sayuran jeruk, cuka, minyak aromatik, dan juga "*Bouquet garni*". Daun dan bunganya yang segar juga digunakan sebagai hiasan makanan. Daun bawing segar sangat efektif untuk mengurangkan bau hanyir yang disebabkan oleh ikan dalam masakan. Daun bawing yang kering popular dalam masakan yang berasaskan tomato. Daun bawing kering juga digunakan sebagai bahan perisa sup, sos, sosej, produk konfeksioneri, dan arak *chartreuse*. *Essential oil* yang diekstrak daripada daun bawing digunakan secara meluas dalam industri makanan, termasuklah konfeksioneri, roti, produk daging, dan arak (Hiltunen & Holm, 1999).

Selain daripada kegunaan dalam masakan, daunnya digunakan sebagai herba tradisional untuk merawat sakit kepala, batuk, cirit-birit, sembelit, ketuat, kegagalan fungsi ginjal, dan rawatan kecemasan bagi mangsa yang disengat serangga atau gigitan ular (Chalchat & Ozcan, 2008).

Essential oil yang diekstrak keluar dari daun dan bunga bawing juga digunakan sebagai bahan penambah aroma kepada makanan, farmasiutikal, dan kosmetik. Ia juga digunakan sebagai penambah aroma pada barangan dandanan diri, rawatan aromaterapi, dan industri wangian. Ia juga mempunyai fungsi sebagai *carminative*, antiseptik, antimikrobial, dan antioksidan. Genus *Ocimum* adalah herba yang bernilai kerana potensi perubatannya dan industri wangian. *Essential oil* daun bawing biasanya diekstrak melalui penyulingan, *expression*, pengekstrakan pelarut, *cold pressing*, atau pengekstrakan bendalir superkritikal (SFE) (Vani *et al.*, 2009).

2.2 Komposisi proksimat

Komposisi proksimat bagi daun bawing yang tumbuh di tempat berlainan adalah berbeza. Contohnya, daun bawing yang tumbuh di Nigeria mengandungi komposisi proksimat yang berbeza dengan daun bawing yang tumbuh di Eropah (Ifesan *et al.*, 2006). Kandungan protein, karbohidrat, vitamin dan serabut menyumbang kepada kapasiti antioksidan bagi tumbuhan tersebut (Maisuthisakul *et al.*, 2008). Komposisi proksimat suatu makanan amat penting untuk dikenalpasti kerana sifat-sifat biologikal, kimia dan fizikal makanan tersebut dapat dijangka dengan mengetahui komposisi proksimatnya (Nitisewojo, 1995).

Dalam penyelidikan ini, daun bawing segar digunakan untuk menentukan kandungan air dan abu, manakala daun bawing kering digunakan untuk menentukan kandungan protein kasar, lemak kasar, dan serabut kasar. Oleh sebab itu, komposisi proksimat daun bawing yang dikaji adalah bukan bertujuan untuk membezakan komposisi proksimat daun bawing segar dan kering, namun hanya untuk mengkaji komposisi proksimat daun bawing yang tumbuh liar di Sabah, secara spesifiknya daun bawing yang tumbuh di hutan kecil Kampung Petagas.

2.2.1 Kandungan air

Air ialah komponen yang terbesar di dalam sayur-sayuran segar, iaitu kira-kira 75 hingga 95 %. Oleh sebab itu, air yang paling banyak menyumbang kepada berat bersih

suatu makanan (Nitisewojo, 1995). Contohnya, daun bayam (*Basella alba* Linn.) mengandungi 93.5 % air. Manakala bagi daun pokok kedondong (*Spondias pinnata* Kurz.) mengandungi 76.4 % air (Maisuthisakul *et al.*, 2008).

2.2.2 Kandungan abu

Kandungan abu bagi daun pegaga (*Centella asiatica* Linn.) ialah 12.6 % (Maisuthisakul *et al.*, 2008). Selain itu, daun *Solanum africana* mengandungi kira-kira 17.4 % abu. Kandungan abu boleh membantu dalam penilaian kandungan mineral dan pengelasan kualiti bagi suatu tumbuhan tersebut (Alli Smith, 2009). Pengambilan daun-daun seperti ini sebagai diet boleh menyumbang kepada pengambilan mineral yang tinggi. Secara amnya, kandungan mineral daripada sumber tumbuhan adalah kurang *bioavailable* daripada mineral daripada sumber haiwan (Aletor *et al.*, 2002).

2.2.3 Kandungan protein kasar

Kandungan protein dalam daun bayam ialah 27.7 %. Selain itu, kandungan protein daun pegaga pula ialah 12.7 % (Maisuthisakul *et al.*, 2008). Komposisi protein yang terkandung dalam tumbuhan menunjukkan potensi bagi tumbuhan tersebut untuk dibangunkan sebagai produk makanan. Namun, kandungan protein tumbuhan tidak sebaik tepung kacang sebagai penahan perisa dalam produk makanan. Walaubagaimanapun, kandungan protein tumbuhan sesuai dijadikan penambah makanan bagi menstabilkan emulsi dalam produk sup dan kek (Aletor *et al.*, 2002).

Kandungan protein adalah agak rendah dalam tumbuhan kerana protein menyumbang kepada pembentukan hormon yang mana mengawal pertumbuhan, pembaikpulihan dan keseimbangan fungsi tumbuhan (Alli Smith, 2009).

2.2.4 Kandungan lemak kasar

Kandungan lemak dalam daun bayam ialah 3.1 %. Selain itu, kandungan lemak daun pegaga pula ialah 6.2 %. Kandungan lemak dalam makanan akan menyebabkan

makanan tersebut mengalami pengoksidaan lipid. Pengoksidaan lipid tidak diingini untuk berlaku kerana ia akan menyebabkan pembentukan komponen meruap yang tidak diingini, seterusnya menyebabkan makanan tersebut berbau tengik (Maisuthisakul *et al.*, 2008). Kandungan lemak dalam tumbuhan juga digunakan sebagai simpanan dan pengangkutan bagi bahan tenaga metabolik (Alli Smith, 2009)

2.2.5 Kandungan serabut kasar

Daun bayam mengandungi 11.3 % serabut pemakanan, manakala daun pegaga pula mengandungi 15.3 % (Maisuthisakul *et al.*, 2008).

Biji benih tumbuhan daripada genus *Ocimum* mengandungi kuantiti hemiselulosa dan selulosa yang berpatutan kerana sifatnya yang hidrofilik. Ia adalah tinggi dengan serabut dan ciri-ciri nutrisi yang berkaitan, serta boleh dianggap sebagai sumber serabut yang bukan konvensional yang baru. Ia dapat membantu menjaga sistem penghadaman yang baik (Mathews *et al.*, 1993).

Sampel yang berbentuk serbuk lebih mudah dihadam kerana jumlah luas permukaan per isipadu yang tinggi. Oleh sebab itu, sampel daun bawang dikisar sebelum dianalisis (Nitisewojo, 1995).

2.2.6 Kandungan karbohidrat kasar

Kandungan karbohidrat kasar bagi daun bayam ialah 42.1 %, manakala bagi daun pegaga pula ialah 53.1 % (Maisuthisakul *et al.*, 2008). Kandungan karbohidrat yang tinggi boleh digunakan sebagai sumber tenaga dan adalah diperlukan dalam penghadaman dan pengasimilasian makanan lain (Alli Smith, 2009).

2.3 Komponen meruap

Komponen meruap ialah komponen kimia yang mempunyai tekanan gas yang tinggi dalam keadaan yang normal yang membolehkan ia meruap. Kajian perisa bermaksud

penyelidikan ke atas komponen meruap pada makanan atau penambah perisa makanan. Perisa ialah faktor utama dalam penerimaan sesuatu makanan (Reineccius, 2006).

Komponen meruap yang hadir pada daun terbebas apabila dipotong, dikunyah, atau dikisar. Perisa pada daun segar hadir dalam daun tersebut dan dihasilkan daripada tindakbalas enzim semasa proses degradasi. Proses degradasi berlaku semasa dan selepas menuai, dan juga semasa pemprosesan (Rodriguez-Bernaldo De Quiros *et al.*, 1999).

Komponen meruap juga dianggap sebagai komponen aroma dalam makanan. Mengkaji komponen meruap adalah mencabar kerana instrumen makmal untuk mengkaji komponen meruap tidak sensitif seperti sistem olfaktori manusia. Sistem olfaktori manusia dapat mengesan komponen meruap serendah 10^{-19} mol, iaitu lebih rendah daripada kepekatan komponen meruap yang dapat dikesan oleh instrumen makmal analitikal yang paling sensitif. Kepekatan komponen meruap yang rendah mungkin hadir dalam makanan dan menyumbang kepada sensori makanan tersebut, oleh itu ia perlu diekstrak dari makanan tersebut dan dipekatkan untuk membolehkannya dianalisis menggunakan instrumen makmal (Reineccius, 2006).

Komponen meruap tersebar di seluruh matriks makanan yang menyebabkan komplikasi dalam proses pengekstrakan komponen meruap. Pengekstrakan komponen meruap yang sangat rendah kepekataannya dari makanan yang mengandungi gula, karbohidrat kompleks, lipid, protein, dan air adalah sukar untuk dilakukan. Pengekstrakan komponen meruap berdasarkan kemeruapan sesuatu komponen adalah sukar kerana air adalah komponen meruap yang paling banyak dalam matriks makanan. Oleh sebab itu, kaedah pengekstrakan yang melibatkan vakum atau penyulingan akan turut mengekstrak air dari sampel makanan tersebut (Reineccius, 2006).

Lipid yang terekstrak bersama dengan komponen aroma akan menyebabkan hasil ekstrak tersebut tidak dapat dianalisis menggunakan kaedah kromatografi gas. Protein yang hadir pada matriks makanan pula menyebabkan komplikasi proses pengekstrakan yang menggunakan pelarut organik. Karbohidrat pada matriks makanan

juga turut menyumbang kepada komplikasi proses pengekstrakan komponen meruap (Reineccius, 2006).

Komponen meruap sukar untuk dianalisis adalah kerana ia terdiri daripada kelas kimia yang banyak. Jika ia hanya terdiri daripada beberapa kelas sebatian, kaedah pengekstrakan hanya perlu fokus kepada ciri-ciri molekul kelas sebatian tersebut sahaja. Namun begitu, untuk mengkaji komponen meruap, alkohol, aldehid, asid, keton, amina, karbonil, heterosiklik, aromatik, dan gas perlu diekstrak dan dipekatkan (Reineccius, 2006).

Kestabilan sesuatu makanan adalah penting dalam mengkaji komponen meruap. Komponen meruap yang disiasat adalah suatu sistem yang dinamik, iaitu ia sentiasa mengalami perubahan semasa menunggu untuk dianalisis. Pengekstrakan komponen meruap mungkin bermula dengan tindakbalas kimia, contohnya degradasi yang dirangsang oleh haba atau pengoksidaan, yang menyebabkan perubahan pada komponen meruap dan menghasilkan *artefact*. Oleh sebab itu, komponen meruap yang dianalisis tidak semestinya komponen meruap yang asli atau memang hadir pada makanan yang dikaji (Reineccius, 2006).

Mengenalpasti kehadiran suatu komponen meruap yang signifikan adalah amat sukar. Bukan semua komponen meruap yang dikesan boleh dianggap signifikan kerana penerimaan aroma oleh manusia adalah bergantung kepada kepekatan dan intensiti komponen meruap tersebut. Komponen meruap yang dikesan mestilah mewakili aroma bagi sesuatu makanan untuk mengelakkan daripada mengesan *artefact* (Bonvehi, 2005).

Penyelidikan yang ingin dilakukan adalah untuk mengkaji komponen meruap yang bertanggungjawab ke atas aroma daun bawang dan perubahannya selepas proses pengeringan. Komponen meruap daun bawang boleh dianggap sebagai metabolit terminal semasa pemprosesan, iaitu mengandungi pelbagai maklumat biokimia. Sebarang perubahan keseimbangan metabolisme akan menyebabkan perubahan

komposisi komponen meruap semasa pemprosesan. Dengan mengkaji perubahan ini, ia boleh membantu dalam kawalan kualiti dan keselamatan makanan (Zhang *et al.*, 2008).

2.4 Proses pengeringan

Makanan seperti sayur-sayuran dan ikan biasanya dikeringkan di bawah matahari. Walaupun pengeringan di bawah matahari hanya memerlukan tenaga semulajadi, kaedah pengeringan ini menyebabkan makanan kehilangan warna, bentuk, tekstur, dan nutrien semulajadinya. Tempoh masa pengeringan juga bergantung kepada faktor cuaca dan ini menyukarkan untuk mendapat hasil produk kering yang mempunyai atribut yang malar (Nagaya *et al.*, 2005).

Kaedah pengeringan melalui pemanasan untuk mengewap lembapan dari sampel makanan akan menyebabkan perubahan warna, vitamin dan tekstur sampel makanan tersebut. Namun, warna dapat dipelihara melalui pemanasan pada suhu rendah. Pemanasan pada suhu 45 °C dapat memelihara warna, vitamin dan tekstur sampel sayur-sayuran. Masa pengeringan dapat dipendekkan dengan mengawal pengaliran udara dan suhu, agar kedua-dua faktor ini adalah malar sepanjang proses pengeringan (Nagaya *et al.*, 2005).

Kadar pengeringan adalah bergantung kepada perbezaan tekanan wap sampel dan kelembapan udara di sekeliling sampel. Semasa proses pemanasan, tekanan wap sampel akan menurun dan pengewapan akan menjadi perlahan jika kelembapan udara sekeliling sampel adalah tinggi. Peningkatan suhu pemanasan akan meningkatkan tekanan wap dan seterusnya mempercepatkan pengewapan (Nitisewojo, 1995).

2.5 Kaedah pengekstrakan

Pada asasnya, proses pengekstrakan berlaku apabila pelarut organik melarutkan sampel yang hendak diekstrak. Pelarut organik akan melarut ke dalam sampel dan akan melarutkan komponen meruap yang ada di dalam sampel. Ini dapat berlaku kerana kecerunan kepekatan pelarut organik adalah tinggi pada permukaan sampel. Selepas itu,

pelarut organik akan membawa komponen meruap tersebut keluar dari sampel. Proses ini bergantung kepada kadar resapan pelarut organik ke sampel, *wettability* liang sampel, keterlarutan komponen meruap kepada pelarut organik, dan ciri-ciri sampel (seperti saiz zarah dan keporosan). Sebaik sahaja komponen meruap sampai ke permukaan luar sampel, ia mesti mengatasi tenaga resapan pada permukaan zarah untuk dibawa keluar daripada sampel bersama pelarut organik. Oleh sebab itu, daya resapan, kelikatan dan tekanan permukaan memainkan peranan yang penting dalam proses pengekstrakan (Raynie, 1997).

Hussain *et al.* (2007) telah melakukan penyelidikan komposisi kimia, antioksidan, dan aktiviti antimikrobial bagi *essential oil* daun bawing kering yang dituai pada musim yang berbeza. Komponen meruap daun bawing kering diekstrak melalui penyulingan hidro dan kemudian dianalisis menggunakan kromatografi gas/spektrometri jisim (GC/MS). Manakala, penyelidikan tentang perbandingan komponen meruap di antara beberapa genus *Ocimum* telah dijalankan oleh Vani *et al.* (2009). Komponen meruap daun bawing yang segar diekstrak melalui pengekstrakan pelarut (SE) dan seterusnya dianalisa menggunakan GC/MS. Penyelidikan untuk mengkaji komponen meruap dan sifat antioksidan daun bawing kering dijalankan oleh Lee *et al.* (2004). Daun bawing kering diekstrak melalui pengekstrakan penyulingan stim (SD) dan kemudian dianalisa menggunakan GC/MS.

Zhang *et al.* (2008) telah melakukan penyelidikan komposisi komponen meruap tomato semasa penyimpanan dengan gabungan kaedah pengekstrakan diikuti dengan GC/MS. Kaedah pengekstrakan yang dilakukan ialah mikroekstraksi fasa pepejal ruang kepala (HSSPME), pengekstrakan penyulingan serentak (SDE), dan pengekstrakan penyulingan stim (SD). Sampel tomato matang berwarna merah dituai dan disimpan pada suhu 25 °C. Sampel yang pertama dianalisa ialah selepas 24 jam penyimpanan. Sampel tomato akan dianalisa setiap 24 jam selama 8 hari. Hari kelapan miselia fungi hadir pada permukaan kulit tomato dan tomato dianggap rosak. Ciri-ciri komposisi komponen meruap tomato segar dan tomato rosak diperoleh melalui persampelan HSSPME. Melalui persampelan tersebut, kandungan heksanal didapati meningkat dan kandungan (E)-2-heksanal menurun semasa penyimpanan.

Rujukan

- Alli smith, Y. R. 2009. Determination of Chemical Composition of *Senna-siamea* (Cassia Leaves). *Pakistan Journal of Nutrition*, **8**(2): 119-121
- Aletor, O., Oshodi, A. A., & Ipinmoroti, K. 2002. Chemical composition of common leafy vegetables and functional properties of their leaf protein concentrates. *Food Chemistry*, **78**(1): 63-68
- Barra, A., Baldovini, N., Loiseau, A. M., Albino, L., Lesecq, C., Cuvelier, L. L. 2007. Chemical analysis of French beans (*Phaseolus vulgaris* L.) by headspace solid phase microextraction (HS-SPME) and simultaneous distillation/extraction (SDE). *Food Chemistry*, **101**: 1279-1284
- Baser, K. H. C., & Demirci, B. 2007. Studies on *Betula* essential oils. *ARKIVOC* (vii) 335-348
- Bautista, R., Fernandez, E., & Falque, E. 2007. Effect of the contact with fermentation-lees or comercial-lees on the volatile composition of white wine. *Eur Res Technol*, **224**: 405-413
- Bonvehi, J. S. 2005. Investigations of aromatic compounds in roasted cocoa powder. *Eur Food Res Technol*. **221**: 19-29
- Bosch-Fuste, J., Riu-Aumatell, M., Guadayol, J. M., Caixach, J., Lopez-Tamames, E., & Buxaderas, S. 2007. Volatile profiles of sparkling wines obtained by three extraction methods and gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) analysis. *Food Chemistry*, **105**: 428-435
- Chalchat, J-C., & Ozcan, M. M. 2008. Comparative essential oil composition of flowers, leaves and stems of basil (*Ocimum basilicum* L.) used as herb. *Food Chemistry*, **110**: 501-503

- Coelho, J. A. P., Mendes, R. L., Provost, M. C., Cabral, J. M. S., Novais, J. M., & Palavra, A. M. F. 1997. Supercritical Carbon Dioxide Extraction of Volatile Compounds from Rosemary. Abraham, M. A., & Sunol, A. K. (Eds.), *Supercritical Fluids: Extraction and Pollution Prevention* (pp. 101-118). Washington DC: American Chemical Society.
- Combet, E., Henderson, J., Eastwood, D. C., & Burton, K. S. 2006. Eight-carbon volatiles in mushrooms and fungi: properties, analysis, and biosynthesis. *The Mycological Society of Japan and Springer*, **47**: 317-326
- 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
- De Masi, L., Esposito, C., Castaldo, D., Siano, F., Laratta, B. 2006. Assessment of agronomic, chemical and genetic variability in common basil (*Ocimum basilicum* L.) *Eur Food Res Technol*, **223**: 273-281
- Deng, C., Zhang, X., Zhu, W., & Qian, J. 2004. Gas chromatography-mass spectrometry with solid-phase microextraction method for determination of methyl salicylate and other volatile compounds in leaves of *Lycopersicon esculentum*. *Anal Bioanal Chem*, **378**: 518-522
- Fennema, O. R. 1985. *Food chemistry, 2nd edition*. New York: Marcel Dekker.
- Gang, D. R., Wang, J., Dudareva, N., Nam, K. H., Simon, J. E., Lewinsohn, E., Pichersky, E. 2000. An Investigation of the Storage and Biosynthesis of Phenylpropenes in Sweet Basil. *Plant Physiology*, **125**(2): 539-555
- Grob, R. L. & Barry, E. F. 2004 *Modern Practice of Gas Chromatography*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.

- Guzman-Geronimo, R. I., Lopez, M. G., Dorantes-Alvares, L. 2008. Microwave processing of avocado: Volatile flavor profiling and olfactory. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, INNFOO-00520.
- Hiltunen, R. & Holm, Y. 1999. *Basil: The Genus Ocimum*. Singapore: Harwood Academic Publishers.
- Horwitz, W. (ed.). 2000. Official methods of analysis of AOAC International. Maryland: AOAC International.
- Hussain, A. I., Anwar, F., Hussain Sherazi, S. T., & Przybylski, R. 2007. Chemical composition, antioxidant and antimicrobial activities of basil (*Ocimum basilicum*) essential oils depends on seasonal variations. *Food Chemistry*, **108**: 986-995
- Hutchenson, K. W. & Foster, N. R. 1995. *Innovations in Supercritical Fluids: Science & Technology*. USA: American Chemical Society.
- Ifesan, B. O. T., Ijarotimi, O. S., & Osundahunsi, O. F. 2006. Evaluation of the Antioxidant of *Ocimum* sp. *Journal of Food Technology*, **4**(4): 318-321
- Jayasundera, M., Adhikari, B., Aldred, p., & Ghandi, A. 2009. Surface modification of spray dried food and emulsion powders with surface-active proteins: A review. *Journal of Food Engineering*, **93**: 266-277
- Johnston, K. P. & Penninger, J. M. L. 1989. *Supercritical Fluid Science & Technology*. Washington, DC: American Chemical Society.
- Klimankova, E., Holadova, K., Hajslova, J., Cajka, T., Poustka, J., & Koudela, M. 2008. Aroma profiles of five basils (*Ocimum basilicum* L.) cultivars grown under conventional and organic conditions. *Food Chemistry*, **107**(1): 464-472

- Kobayashi, M., Nagahisa, K., Shimizu, H., & Shioya, S. 2006. Simultaneous control of apparent extract and volatile compounds concentrations in low-malt beer fermentation. *Appl Microbiol Biotechnol*, **73**: 549-558
- Lapornik, B., Prosek, M., & Wondra, A. G. 2005. Comparison of extracts prepared from plant by-products using different solvents and extraction time. *Journal of Food Engineering*, **71**: 214-222
- Leal, P. F., Maia, N. B., Carmello, Q. A. C., Catharino, R. R., Eberlin, M. N., & Meireles, M. A. M. Sweet Basil (*Ocimum basilicum*) Extracts Obtained by Supercritical Fluid Extraction (SFE): Global Yields, Chemical Composition, Antioxidant Activity, and Estimation of the Cost of Manufacturing. *Food Bioprocess Technol* DOI 10.1007/s11947-007-0030-1
- Lee, C. Y. & Whitaker, J. R. 1995. *Enzymatic Browning & its Prevention*. Washington, DC: American Chemical Society.
- Lee, J., Scagel, C. F. 2008. Chicoric acid found in basil (*Ocimum basilicum* L.) leaves. *Food Chemistry*, doi: 10.1016/j.foodchem.2008.12.075
- Lee, S-J., Umano, K., Shibamoto, T., & Lee, K-G. 2004. Identification of volatile componets in basil (*Ocimum basilicum* L.) and thyme leaves (*Thymus vulgaris* L.) and their antioxidant properties. *Food Chemistry*, **91**(1): 131-137
- Lee, S-J., & Ahn, B. 2008. Comparison of volatile components in fermented soybean pastes using simultaneous distillation and extraction (SDE) with sensory characterization. *Food Chemistry*, doi: 10.1016/j.foodchem.2008.09.091
- Lewinsohn, E., Schalechet, F., Wilkinson, J., Matsui, K., Tadmor, Y., Nam, K. H., Amar, O., Lastochkin, E., Larkov, O., Ravid, U., Hiatt, W., Gepstein, S., & Pichersky, E. 2001. Enhanced Level of the Aroma and Flavor Compound S-Linalool by

Metabolic Engineering of the Terpenoid Pathway in Tomato Fruits. *Plant Physiology*, **127**: 1256-1265

Maisuthisakul, P., Pasuk, S., & Ritthiruangdej, P. 2008. Relationship between antioxidant properties and chemical composition of some Thai plants. *Journal of Food Composition and Analysis*, **21**: 229-240

Mathews, S., Singhal, R. S., & Kulkarni, P. R. 1993. *Ocimum basilicum*: A new non-conventional source of fibre. *Food Chemistry*, **47**(4): 399-401

Mebazaa, R., Mahmoudi, A., Fouchet, M., Dos Santos, M., Kamissoko, F., Nafti, A., Cheikh, R. B, Rega, B., & Camel, V. 2009. Characterisation of volatile compounds in Tunisian fenugreek seeds. *Food Chemistry*, **115**(4): 1326-1336

Nagaya, K., Li, Y., Jin, Z., Fukumuro, M., Ando, Y., & Akaishi, A. 2005. Low-temperature desiccant-based food drying system with airflow and temperature control. *Journal of Food Engineering*, **75**: 71-77

Nielsen, S. S. 2003. *Food Analysis*. New York: Kluwer Academic/ Plenum Publishers.

Nitisewojo, P. 1995. *Prinsip Analisis Makanan*. Kuala Lumpur: Universiti Kebangsaan Malaysia.

Nojovan, S., Khalilian, F., Kiaie, F. M., Rahimi, A., Arabanian, A., & Chalavi, S. 2008. Extraction & quantitative determination of ascorbic acid during different maturity stages of Rosa Canina L. fruit. *Journal of food composition & analysis*. **21**: 300-305

Novak, R. A., & Robey, R. J. 1989. Supercritical Fluid Extraction of Flavoring Material, Design and Economics. Johnston, K. P., & Penninger, J. M. L. (Eds), *Supercritical Fluid Science and Technology* (pp. 511-524). Washington DC: American Chemical Society.

- O'Keefe, M. 2000. *Residue Analysis in Food Principles & Applications*. Singapore: Harwood Academic Publishers.
- Ong, B. T., Nazimah, S. A. H., Tan, C. P., Mirhousseini, H., Osman, A., Mat Hashim., D., & Rusul, G. 2008. Analysis of volatile compounds in five jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* L.) cultivars using solid-phase microextraction (SPME) and gas chromatography-time-of-flight mass-spectrometry (GC-TOFMS). *Journal of Food Composition and Analysis*, **21**: 416-422
- Ozcan, M. 2003. Mineral contents of some plants used as condiments in Turkey. *Food Chemistry*, **84**: 437-440
- Pollien, P. & Chaintreau, A. 1997. Simultaneous distillation-extraction: Theoretical model & development of a preparative unit. *American Chemical Society*. **69**(16): 3285-3292
- Rasolohery, C. A. Berger, M., Lygin, A. V., Lozovaya, V. V., Nelson, R. L., & Dayde, J. 2008. Effect of temperature & water availability during late maturation of the soybean seed on germ & cotyledon isoflavone content & composition. *Journal of the science of food & agriculture*. **88**: 218-228
- Raynie, D. E. 1997. Meeting the Natural Products Challenge with Supercritical Fluids. Abraham, M. A., & Sunol, A. K. (Eds.), *Supercritical Fluids: Extraction and Pollution Prevention* (pp. 68-75). Washington DC: American Chemical Society.
- Reineccius, G. 2006. *Flavor Chemistry & Technology*, 2nd edition. USA: CRC Press.
- Rodriguez-Bernaldo de Quiros, A. I., Lopez-Hernandez, J., Gonzalez-Castro, M. J., De la Cruz-Garcia, C., & Simal-Lozano, J. 1999. Comparison of volatile components in raw & cooked green beans by GC-MS using dynamic headspace sampling & microwave desorption. *Eur Food Res Technol*. **210**: 226-230

- Ruiz-Rodriguez, A., Bronze, M. R., & da Ponte, M. N. 2007. Supercritical fluid extraction of tobacco leaves: A preliminary study on the extraction of solanesol. *The Journal of Supercritical Fluids*, **45**(2): 171-176
- Sato, M., Goto, M., Kodama, A., & Hirose, T. 1997. Supercritical Fluid Extraction with Reflux for Citrus Oil Processing. Abraham, M. A., & Sunol, A. K. (Eds.), *Supercritical Fluids: Extraction and Pollution Prevention* (pp. 119-131). Washington DC: American Chemical Society.
- Sifola, M. I., & Barbieri, G. 2006. Growth yield and essential oil content of three cultivars of basil grown under different levels of nitrogen in the field. *Scientia Horticulturae*, **108**: 408-413
- Schnugerl, K. 1994. *Solvent Extraction in Biotechnology: Recovery of primary & secondary metabolites*. Germany: Springer-Verlag.
- Smyth, H. E., Cozzolino, D., Cynkar, W. U., Damberg, R. G., Sefton, M., & Gishen, M. 2008. Near infrared spectroscopy as a rapid tool to measure volatile aroma compounds in Riesling wine: possibilities and limits. *Anal Bioanal Chem*, **390**: 1911-1916
- Sivakumar, D., Naude, Y., Rohwer, E., & Korsten, L. 2008. Volatile compounds, quality attributes, mineral composition & pericarp structure of South African litchi export cultivars Mauritius & Mc Lean's Red. *Journal of the science of food & agriculture*. **88**: 1047-1081
- Teixira, S., Mendes, A., Alves, A., & Santos, L. 2007. Simultaneous distillation-extraction of high-value volatile compounds from *Cistus ladanifer* L. *Analytica Chimica Acta*, **584**: 439-446

- Vani, S. R., Cheng, S. F., & Chuah, C. H. 2009. Comparative Study of Volatile Compounds from Genus *Ocimum*. *American Journal of Applied Sciences*, **6**(3): 523-528
- Vas, G., & Vekey, K. 2004. Solid-phase microextraction: a powerful sample preparation tool prior to mass spectrometric analysis. *Journal of Mass Spectrometry*, **39**: 233-254
- Vatai, T., Skerget, M., & Knez, Z. 2008. Extraction of phenolic compounds from elder berry and different grape marc varieties using organic solvents and/or supercritical carbon dioxide. *Journal of Food Engineering*, **90**: 246-254
- Ventanas, S., Esteves, M., Delgado, C. L., & Ruiz, J. 2007. Phospholipid oxidation, non-enzymatic browning development and volatile compounds generation in model systems containing liposomes from porcine *Longissimus dorsi* and selected amino acids. *Eur Food Res Technol*, **225**: 665-675
- Vieira, R. F., & Simon, S. E. 1999. Chemical characterization of basil (*Ocimum* spp.) found in the markets and used in traditional medicine in Brazil. *Economic Botany*, **54**(2): 201-216
- Vilanova, M., & Sieiro, C. 2006. Contribution by *Saccharomyces cerevisiae* yeast to fermentative flavour compounds in wines from cv. Albarino. *Ind Microbiol Biotechnol*, **33**: 929-933
- Xu, Z., & Zheng, L. 2004. Comparison of volatile and semivolatile compounds from commercial cigarette by supercritical fluid extraction and simultaneous distillation extraction. *Journal of Zhejiang University SCIENCE*, **50**(12): 1528-1532
- 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 & Agriculture*.
88: 116-124

Zhu, X., Su, Q., Cai, J., & Yang, J. 2006. Optimization of microwave-assisted solvent extraction for volatile organic acids in tobacco and its comparison with conventional methods. *Analytica Chimica Acta*, **579**(1): 88-94