

Komposisi Proksimat dan Komponen Asid Lemak Durian Kuning (*Durio graveolens*) Sabah

(Proximate and Fatty Acid Composition of Sabah Yellow Durian (*Durio graveolens*))

MOHD HANIF NASARUDDIN, NOOR QHAIRUL IZZREEN MOHD NOOR & HASMADI MAMAT*

ABSTRAK

Kajian ini dijalankan untuk menentukan komposisi proksimat dan juga kandungan asid lemak durian kuning (*Durio graveolens* Becc.) Sabah. Kandungan lembapan, abu, protein kasar, lemak kasar, serat kasar, karbohidrat dan asid lemak telah ditentukan. Keputusan analisis proksimat menunjukkan durian kuning Sabah mempunyai kandungan lembapan sebanyak 66.5%, protein 3.1%, lemak 5.5%, abu 1.1%, serat kasar 3.7% dan 20.2% karbohidrat. Sebanyak 13 komponen asid lemak telah dikenal pasti dengan peratusan asid lemak tepu adalah lebih rendah (30.3%) berbanding asid lemak tidak tepu (69.7%). Peratusan asid lemak tepu yang paling tinggi adalah asid miristik (14.5%) manakala asid laurik adalah terendah (1.3%). Untuk asid lemak tidak tepu pula, asid oleik paling tinggi (22.2%) manakala asid lemak miristoleik paling rendah (1.9%).

Kata kunci: Durian kuning Sabah; komposisi asid lemak; proksimat analisis

ABSTRACT

This study was conducted to determine the proximate and fatty acid composition of Sabah yellow durian (*Durio graveolens* Becc.) The moisture content, ash, crude protein, crude fat, crude fibre, carbohydrates and fatty acid compositions were measured. In this study, the results obtained showed that durian kuning had 66.5% moisture, 3.1% protein, 5.5% fat, 1.1% ash, 3.7% crude fibre and 20.2% carbohydrate. A total of 13 fatty acids components were detected where the percentage of saturated fatty acids was lower (30.3%) than the percentage of unsaturated fatty acids (69.7%). The highest percentage of saturated fatty acids was myristic acid (14.52%), while the lowest was lauric acid (1.3%). For unsaturated fatty acids, the highest percentage was oleic acid (22.2%) and the lowest was myristoleic acid (1.9%).

Keywords: Fatty acid composition; proximate analysis; Yellow durian

PENGENALAN

Durian adalah salah satu daripada buah-buahan tropika yang banyak terdapat di Asia Tenggara. Buah ini terkenal dengan aroma dan rasa yang unik berbeza dengan buah-buahan tropika yang lain seperti cempedak atau nangka. *Durio graveolens* adalah nama saintifik bagi durian kuning Sabah. Durian ini adalah daripada kelas Magnoliopsida, order Malvales, famili Bombacaceae, genus *Durio* dan spesies *Graveolens*. Durian merupakan buah klimektrik yang berbuah pada musim-musim tertentu. Durian ditanam dan tumbuh subur di kawasan panas dan lembab di jalur khatulistiwa seperti Malaysia, Thailand, Indonesia dan Filipina.

Durian merupakan sumber nutrisi yang penting untuk diet penduduk Asia Tenggara (FAO 2002). Menurut kajian Chansiripornchai et al. (2008), durian mampu menjana kesihatan tambahan kepada tubuh seperti gel polisakarida yang diekstrak daripada kulit buah yang mampu bertindak balas dengan sistem imunisasi badan dan mampu untuk mengurangkan kolesterol di dalam darah.

Durian kaya dengan n-3 asid lemak, berbanding dengan beberapa buah lain (Phutdhawong et al. 2005). Reinhold et al. (1980) menunjukkan komposisi lipid spesies *Durio*

zibethinus pada isi dan biji buah dipengaruhi oleh tempat asal atau masa penuaian buah tersebut. Didapati bahawa komponen utama adalah asid oleik, asid palmitik dan asid arakhidik dengan sedikit perbezaan kuantiti bagi asid palmitoleik, asid stearik, asid linoleik dan asid linolenik. Ratiporn et al. (2010) telah mengenal pasti komponen major asid lemak yang hadir di dalam durian D24 iaitu asid oleik dan asid linoleik. Komponen asid lemak yang hadir di dalam durian ini dilaporkan mempunyai kesamaan dengan buah pisang. Komponen asid lemak yang tinggi terdapat dalam buah pisang adalah asid oleik, asid linolenik dan asid linoleik (Oliveira et al. 2008).

Kajian terdahulu juga telah dilakukan bagi mengenal pasti komponen meruap di dalam buah durian. Weenen et al. (1996) melaporkan sebanyak 137 komponen meruap bagi durian telah dikenal pasti. Di samping itu, Jaswir et al. (2005) juga telah mengenal pasti 38 komponen meruap yang sebahagian besar terdiri daripada ester dan asid dalam durian segar D24 dengan menggunakan pelarut n-heksana melalui kaedah pengekstrakan penyulingan stim (SDE). Wong dan Tie (1995) telah melakukan kajian terhadap tiga variasi durian Malaysia (D15, D28 dan D74) dan menemui 63 komponen secara keseluruhan dan mendapati komponen

meruap yang mengandungi unsur sulfida yang tinggi, hadir dalam klon durian D28. Unsur sulfida dalam komponen meruap dilaporkan sebagai unsur major yang memberikan bau seperti bawang yang kuat, manakala unsur ester adalah bahan mudah meruap yang dominan berkaitan dengan bau buah (Weenen et al. 1996). Objektif kajian ini adalah untuk menentukan komposisi proksimat dan komponen asid lemak dalam sampel durian kuning Sabah (*Durio graveolens*) dan dalam kajian ini peratusan kelembapan, abu, protein kasar, serabut kasar, lemak kasar, karbohidrat dan juga komposisi asid lemak ditentukan.

BAHAN DAN KAEDAH

PENYEDIAAN SAMPEL

Dalam kajian ini, sampel durian kuning Sabah telah digunakan. Sampel durian ini dibeli terus daripada peraih durian di Sipitang, Sabah. Durian yang diambil adalah durian pada usia 3 hingga 5 hari selepas gugur. Usia ini adalah pada tahap ranum dan isi durian boleh dimakan (Ratiporn et al. 2010). Pemilihan durian dibuat oleh individu berpengalaman dalam mengenal pasti ciri buah durian kuning sudah ranum. Secara umum, pemilihan yang dibuat adalah berdasarkan kombinasi ciri-ciri buah iaitu hari buah gugur, jenis duri, retakan pada buah, warna dan bentuk buah. Buah yang mempunyai saiz yang sama dan keretakan buah yang minimum telah dipilih. Buah yang dibeli dibawa terus ke makmal. Di dalam makmal, buah durian dikupas kulitnya secara manual. Ulas buah durian kuning dikeluarkan dan diasingkan. Hanya ulas yang baik sahaja yang dipilih. Isi buah durian kuning dipisahkan daripada bijinya kemudian dikisar menggunakan pengisar *Waring* (Model 32BL80, USA) dan dicampurkan dengan sekata. Sampel disimpan di dalam bilik sejuk beku pada suhu di bawah 4°C. Sampel seterusnya ditimbang dan sedia untuk dianalisis dalam masa 14 hari. Setiap analisis dijalankan secara triplikat.

ANALISIS PROKSIMAT

Analisis proksimat dijalankan bagi menentukan nilai peratusan kelembapan, abu, protein kasar, serabut kasar dan lemak kasar berdasarkan kaedah AOAC (1999) manakala karbohidrat ditentukan berdasarkan perbezaan (Nitisewojo 1995). Kandungan kelembapan ditentukan dengan menggunakan ketuhar dengan sampel dikeringkan sehingga mencapai berat malar. Untuk penentuan abu, mangkuk pijar silika bersama sampel diletakkan di dalam relau bagas (Model Carbilite, England) selama 12 jam pada suhu 550°C. Penentuan protein dijalankan menggunakan kaedah Kjeldahl bersama sistem mesin penganalisis Foss Kjeltac 2300. Serabut kasar ditentukan secara gravimetrik selepas penghadaman kimia dan pelarutan sampel manakala lemak kasar ditentukan dengan kaedah Soxhlet.

ANALISIS ASID LEMAK

Penentuan asid lemak dilakukan menggunakan gas kromatografi secara kuantitatif terhadap ester metil asid lemak (FAMES).

Pengekstrakan asid lemak Pengekstrakan dijalankan berdasarkan kaedah yang digunakan oleh De la Cruz Garcia et al. (2000). Sebanyak 0.75 g sampel yang telah dikeringkan ditimbang ke dalam tiub universal. Dua mL toluene dan 3 mL 5% metanolik HCl dicampurkan bersama sampel yang telah ditimbang. Campuran dicampurkan hingga sebati dan dicampurkan dengan gas nitrogen lalu dipanaskan selama 2 jam di dalam air bersuhu 70°C. Selepas disejukkan, 4 mL larutan 6% K₂CO₃ dan 2 mL larutan toluene ditambah ke dalam campuran dan digoncang sehingga sebati. Fasa organik yang terhasil dipipet keluar dan dikeringkan menggunakan serbuk anhidrous Na₂SO₄ dan diemparkan.

Analisis gas kromatografi Penentuan profil sampel dijalankan dengan menggunakan gas kromatografi (Model GIS30N Agilent) dengan kolom kapilari 100 m × 0.25 mm Supelco-Wax (ketebalan filem 0.20 µm). Suntikan dilakukan dengan isi padu 1 mL pada suhu 240°C dengan nisbah pisahan 1:40. Gas helium digunakan bersama pengesan bersuhu 260°C. Program kolom suhu awal relau adalah 160°C selama 1 min kemudian dinaikkan sebanyak 3.5°C/min sehingga mencapai suhu 230°C selama 14 min. Setiap komponen asid lemak ditentukan dengan perbandingan terhadap masa penahanan bagi piawai asid lemak.

ANALISIS STATISTIK

Data dianalisis menggunakan program statistik iaitu *Statistical Package for Social Sciences (SPSS)* version 12. Melalui program statistik ini semua keputusan analisis secara triplikat dinyatakan dalam min ± sisihan piawai.

HASIL DAN PERBINCANGAN

ANALISIS PROKSIMAT

Komposisi proksimat terhadap buah durian kuning Sabah ditunjukkan dalam Jadual 1. Keputusan yang diperolehi menunjukkan terdapat perbezaan komposisi bagi setiap komponen nutrien. Data daripada kajian lepas terhadap tiga jenis durian lain (Jadual 2) yang tumbuh di Malaysia iaitu *Durio graveolens* (Sarawak), *Durio kutejensis* dan *Durio zibethinus* digunakan untuk tujuan perbandingan.

Kelembapan Hasil bagi kajian penentuan kandungan kelembapan durian kuning Sabah ialah 66.51% dalam asas berat kering. Peratusan ini didapati seiring dengan hasil peratusan kelembapan bagi durian kuning di Sarawak yang diperolehi oleh Hoe dan Siong (1999) iaitu 66.7% dan durian spesies *Durio zibethinus* yang dilaporkan oleh Lim

JADUAL 1. Komponen proksimat bagi isi buah durian kuning ($n = 3$)

Komponen	Kandungan per berat kering (%)
Kelembapan	66.51 ± 0.83
Protein	3.08 ± 0.22
Lemak	5.46 ± 0.56
Abu	1.11 ± 0.13
Serabut kasar	3.66 ± 0.40
Karbohidrat	20.18 ± 0.62

JADUAL 2. Peratusan komponen proksimat bagi 3 spesies buah durian (%)

Spesies	Lembapan	Protein	Lemak	Abu	Serabut kasar	Karbohidrat	Rujukan
<i>Durio graveolens</i> (Sarawak)	66.7	2.6	6.2	1.0	2.0	21.5	Hoe & Siong (1999)
<i>Durio kutejensis</i>	61.5	2.6	1.7	1.5	1.9	30.9	Hoe & Siong (1999)
<i>Durio zibethinus</i>	66.8	2.5	1.6	0.8	1.4	26.9	Lim & Kamaruzzaman (1990)

dan Kamaruzzaman (1990) iaitu 66.8%. Julat kandungan air yang dapat ditentukan antara spesies durian ini ialah antara 61 dan 67% dalam asas berat kering. Peratusan lembapan bagi buah durian adalah tinggi dan ini mampu menunjukkan bahawa buah durian merupakan sumber air dalam makanan yang baik walaupun tidak sebanyak dalam buah-buahan tempatan lain seperti buah tembikai (95%) (Noryati & Cheah 2004). Walau bagaimanapun, kandungan air yang tinggi ini, boleh menyebabkan hayat simpanan buah durian segar merosot dengan cepat akibat pertumbuhan mikroorganisma pada isi durian segar (Murano 2003).

Kandungan abu Kandungan abu yang dapat ditentukan dalam durian kuning Sabah ialah 1.11% berdasarkan berat kering. Nilai peratusan abu kajian ini adalah sedikit tinggi berbanding spesies durian kuning Sarawak dengan nilai 1% dan 0.8% bagi durian spesies *Durio zibethinus*. Spesies *Durio kutejensis* mempunyai kandungan abu yang paling tinggi iaitu 1.5%. Julat kandungan abu yang dapat ditentukan antara spesies durian ini ialah antara 0.8% dan 1.5% berdasarkan berat kering. Abu merujuk kepada baki bahan bukan organik yang tinggal sama ada selepas melalui proses pembakaran lengkap atau proses pengoksidaan lengkap bahan organik dalam sampel makanan. Umumnya, kandungan abu bernilai songsang dengan kandungan air (Pomeranz & Meloan 1994). Ini dibuktikan dalam peratusan abu pada durian kuning yang hanya 1.11% berbanding 66.5% lembapan durian kuning yang dikaji. Kandungan abu juga memberi indikasi kepada jumlah keseluruhan mineral yang hadir dalam sesuatu produk makanan (Nielsen 2003; Nitisewojo 1995; Ruperez 2002).

Kandungan lemak kasar Hasil analisis menunjukkan peratusan lipid durian kuning Sabah adalah sebanyak 5.46%. Nilai yang diperoleh adalah lebih rendah berbanding dengan durian Sarawak tetapi lebih tinggi jika dibandingkan dengan peratusan yang terdapat dalam spesies *Durio kutejensis* (1.7%) atau *Durio zibethinus* (1.6%). Lipid amat berkait rapat dengan warna dan aroma buah durian semasa peringkat pematangan. Terdapat hubung kait antara aroma dan nisbah asid lemak. Jika nilai nisbah antara asid palmitat dan asid palmitoleik lebih daripada satu, aroma yang kurang kuat terhasil, manakala apabila nilai nisbah kurang daripada satu, ia mampu memberikan aroma yang kuat (Sharaf et al. 1989). Durian kuning Sabah memiliki aroma kuat dan warna lebih kuning berbanding *Durio zibethinus*.

Kandungan protein kasar Hasil daripada kajian proksimat yang dijalankan terhadap durian kuning mendapati peratusan protein kasar yang diperoleh adalah sebanyak 3.1%. Nilai peratusan protein ini adalah agak tinggi jika dibandingkan dengan 3 spesies durian lain yang mempunyai purata peratusan protein 2.56%. Nilai protein yang berlainan bagi spesies yang sama adalah dipengaruhi oleh keadaan persekitaran tanaman yang berbeza daripada segi geografi, suhu, cahaya dan kehadiran komponen nutrien tertentu (Martinez & Rico 2002). Perubahan metabolik luaran dan dalaman boleh merangsang ekspresi sejumlah gen dan mampu menyebabkan perubahan tindak balas metabolik dalam buah tersebut untuk mensintesis komponen protein mengikut keperluan semasa (Yeang 2009).

Kandungan serabut kasar Kandungan serabut kasar durian kuning Sabah adalah sebanyak 3.66% dalam asas

berat kering. Nilai peratusan daripada kajian ini didapati lebih tinggi berbanding 3 spesies durian yang lain yang mempunyai julat peratusan serabut kasar 1.4 hingga 2%.

Kandungan karbohidrat Dalam kajian ini, peratusan karbohidrat dalam durian kuning adalah 20.2%. Nilai peratusan ini didapati setanding dengan keputusan kajian terdahulu terhadap buah durian. Sebanyak 21.5% karbohidrat telah dinyatakan oleh Hoe dan Siong (1999) terhadap durian kuning di Sarawak, manakala Lim dan Kamaruzzaman (1990) memperoleh 26.9% bagi peratusan karbohidrat spesies *Durio zibethinus*. Nilai ini adalah 10% lebih tinggi berbanding peratusan karbohidrat yang diperoleh dalam kajian ini. Perbezaan ini boleh disifatkan berpunca daripada faktor tanah, iklim dan jenis tumbuhan. Tanah dan rizom tumbuhan (*rootstock*) didapati mampu memberi kesan terhadap kualiti buah, terutama daripada segi kepadatan isi buah (Rato et al. 2008). Rizom juga memberi kesan yang besar kepada pertumbuhan tunas pokok seperti mengawal saiz pokok, masa bunga memutik (Beckman et al. 1992; Layne 1994) dan komposisi nutrisi tumbuhan tersebut (Boyhan et al. 1995). Saiz pokok juga mampu mempengaruhi perbezaan komposisi nutrisi di dalam buah. Menurut Faust (1989) pokok yang renek secara umumnya mempunyai lebih kemampuan untuk mengangkut nutrien kepada buah kerana terdapat kurangnya persaingan daripada bahagian vegetatif yang lain.

KOMPONEN ASID LEMAK

Pengkuantitian ke atas beberapa asid lemak tepu dan tak tepu ditentukan menggunakan instrumen kromatografi gas dengan pengesanan pengionan cahaya. Antara asid lemak yang dapat ditentukan dalam durian kuning disenaraikan dalam Jadual 3 dan 4.

Dalam kajian ini, didapati bahawa durian kuning mempunyai jumlah asid lemak tepu yang lebih rendah iaitu 30.3% berbanding 69.7% jumlah asid lemak tak tepu daripada nilai keseluruhan komposisi asid lemak. Bagi sampel durian kuning, enam komponen asid lemak tepu telah dapat dikenal pasti. Asid miristik mempunyai peratusan yang paling tinggi iaitu 14.5% berbanding asid lemak tepu yang lain yang mempunyai julat peratusan 1 hingga 8%. Lain-lain asid lemak tepu yang dapat dikenal pasti adalah asid laurik (1.3%), asid kaprik (1.7%), asid heptadekanoik (2.2%), asid pentadekanoik (3.6%) dan asid arakhidik (7.1%).

Bagi asid lemak tak tepu, tujuh komponen asid lemak telah dapat dikenal pasti. Asid oleik mempunyai peratusan yang paling tinggi iaitu 22.2% berbanding asid lemak tepu yang lain. Walau bagaimanapun, peratusan 3 komponen asid lemak tak tepu lebih daripada 10% iaitu asid γ -linolenik (12.2%), asid lenolelaidik (12.4%) dan asid palmitoleik (13.6%). Tiga komponen lain yang mempunyai peratusan kurang daripada 10% adalah asid miristoleik (1.9%), asid elaidik (2.5%) dan asid lenoleik (4.9%).

JADUAL 3. Peratus kandungan asid lemak tepu (C8-C24) dalam durian kuning

Asid lemak metil ester	No. Karbon	Masa penahanan	Peratus kandungan per jumlah asid lemak (%)
kaprik	C10:0	3.04	1.62 ± 0.09
laurik	C12:0	4.33	1.31 ± 0.04
miristik	C14:0	5.33	14.49 ± 0.03
pentadekanoik	C15:0	7.05	3.61 ± 0.04
heptadekanoik	C17:0	10.47	2.20 ± 0.02
arakidik	C20:0	16.19	7.08 ± 0.06
Jumlah			30.31 ± 0.28

Nilai ditunjukkan sebagai min ± sisihan piawai, $n=3$

JADUAL 4. Peratus kandungan asid lemak tak tepu (C8-C24) dalam durian kuning

Asid lemak metil ester	No. Karbon	Masa penahanan	Peratus kandungan per jumlah asid lemak (%)
miristoleik	C14:1	6.61	1.89 ± 0.02
palmitoleik	C16:1	9.95	13.55 ± 0.04
elaidik	C18:1 ω 9	14.04	2.50 ± 0.02
oleik	C19:1 ω 9	14.48	22.18 ± 0.08
linolelaidik	C18:2 ω 6	15.49	12.39 ± 0.04
linoleik	C18:2 ω 6	15.80	4.95 ± 0.07
γ - linolenik	C18:3 ω 6	16.93	12.23 ± 0.07
Jumlah			69.65 ± 0.34

Nilai ditunjukkan sebagai min ± sisihan piawai, $n=3$

Komponen asid lemak yang dikenal pasti dalam kajian ini menyamai komponen asid lemak dalam buah *Durio Zibethinus* yang dilaporkan oleh Phutdhawong et al. (2005) walaupun terdapat perbezaan daripada sudut peratusannya: asid oleik (15.6%), asid miristik (10.6%) dan asid linoleik (2.2%). Begitu juga dalam kajian asid lemak terhadap *Durio Zibethinus* yang dilakukan oleh Reinhold et al. (1980), komponen utama dalam durian ini adalah asid oleik dan asid palmitik. Juga dapat dikesan kehadiran asid palmitoleik, asid stearik, asid linoleik dan asid linolenik.

Perbezaan peratusan asid lemak ini adalah disebabkan faktor kematangan buah tersebut. Ratipon et al. (2010) melaporkan bahawa semasa proses kematangan jumlah asid lemak akan meningkat secara berterusan. Wissem et al. (2008) melaporkan bahawa jumlah asid lemak dalam buah *Myrtus communis* ialah antara 0.8 dan 3.1% semasa kematangan dan komponen asid lemak yang ketara mengalami perubahan adalah asid linoleik (12.2-71.3%), asid palmitik (13.6-37.1%) dan asid oleik (6.5-21.9%). Asid linoleik mempunyai hubungan secara songsang dengan kuantiti asid palmitik dan asid oleik.

Dalam kajian ini terdapat dua komponen yang mempunyai perkaitan iaitu asid oleik dan asid elaidik. Asid elaidik mempunyai kepekatan yang rendah iaitu 0.11 mg/mL berbanding asid oleik adalah daripada unsur yang sama. Komponen asid lemak tak tepu boleh wujud sama ada dalam bentuk cis atau trans. Proses pembentukan asid lemak trans dan asid lemak cis berlaku melalui proses penghidrogenan lemak dan minyak. Proses ini perlu bagi mewujudkan kestabilan dalam sifat fizikal makanan (Hunter 2008).

Selain asid elaidik dan asid oleik, terdapat dua komponen lagi yang mempunyai perkaitan dan mempunyai hubungan biosintetik antara komponen. Komponen tersebut adalah asid linoleik (4.91%) dan asid γ -linolenik (12.23%) (Gunstone 1996). Asid γ -linolenik adalah asid lemak yang diperlukan oleh tubuh manusia. Menurut Basil dan Yukio (2008), sesetengah penyakit yang disebabkan oleh kekurangan pengambilan adalah bukan disebabkan oleh asid linoleik yang merupakan kumpulan major, tetapi disebabkan homolog asid linoleik iaitu asid γ -linolenik. Kekurangan ini disebabkan oleh aktiviti 6-desaturase yang bertanggungjawab dalam transformasi asid linoleik kepada asid γ -linolenik.

KESIMPULAN

Kandungan analisis proksimat menunjukkan bahawa buah durian kuning mempunyai kandungan lembapan yang paling tinggi, diikuti oleh karbohidrat, protein, lemak, serabut kasar dan abu. Keputusan juga menunjukkan bahawa durian kuning mempunyai jumlah asid lemak tepu yang lebih rendah berbanding jumlah asid lemak tak tepu daripada nilai keseluruhan komposisi asid lemak. Sebanyak 13 komponen asid lemak telah dikesan dengan 6 komponen asid lemak tepu dan 7 komponen asid lemak tak tepu. Peratusan asid lemak tepu yang paling tinggi adalah asid

miristik manakala peratusan yang paling rendah adalah asid laurik. Bagi asid lemak tak tepu, peratusan paling tinggi adalah asid oleik dan peratusan yang paling rendah adalah asid miristoleik. Komponen asid lemak tepu lain yang hadir adalah asid laurik, asid kaprik, asid heptadekanoik, asid pentadekanoik dan asid arakidik. Manakala asid lemak tak tepu adalah asid miristoleik, asid elaidik, asid linoleik, asid γ -linolenik, asid linolelaidik dan asid palmitoleik.

PENGHARGAAN

Penulis ingin merakamkan penghargaan kepada Kementerian Sains, Teknologi dan Inovasi atas bantuan kewangan (UMS-FRG0289-STWN-2/2010) serta Universiti Malaysia Sabah yang menyediakan kemudahan peralatan untuk menjayakan penyelidikan ini.

RUJUKAN

- AOAC, 1999. *Official Methods of Analysis*. Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C.
- Basil, S.K. & Yukio, K. 2008. Fatty acids in fruits and fruits products. In *Fatty Acids in Foods and Their Health Implication*, edited by Chow, C.K. Boca Raton, Florida: CRC Press.
- Beckman, T.G., Okie, W.R. & Meyers, S.C. 1992. Rootstocks affect bloom date and fruit maturation of 'Redhaven' peach. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 117(3): 377-379.
- Boyhan, G.E., Norton, J.D. & Pitts, J.A. 1995. Establishment, growth, and foliar nutrient content of plum trees on various rootstocks. *HortScience* 30(2): 219-221.
- Chansiripornchai, N., Chansiripornchai, P. & Pongsamart, S. 2008. A preliminary study of polysaccharide gel extracted from the fruit hulls of durian (*Durio zibethinus*) on immune responses and cholesterol reduction in chicken. *Acta Horticulturae* 786: 57-60.
- De la Cruz-García, C., López-Hernández, J. & Simal-Lozano, J. 2000. Gas chromatographic determination of the fatty-acid content of heat-treated green beans. *Journal of Chromatography A* 891: 367-370.
- Faust, M. 1989. *Physiology of Temperate Zone Fruit Trees*. New York: John Wiley & Sons.
- FAO. 2002. *Magnesium. Human Vitamin and Mineral Requirements*. Bangkok, Thailand: Report of a joint FAO/WHO expert consultation.
- Gunstone, F.D. 1996. *Fatty Acid and Lipid Chemistry*. London: Blackie Academic and Professional.
- Hoe, V.B. & Siong, K.H. 1999. The nutritional value of indigenous fruit and vegetables in Sarawak. *Asia Pacific Journal Clin. Nutr.* 8(1): 24-31.
- Hunter, J.E. 2008. Safety and health effect of trans fatty acid. In *Fatty Acids in Foods and their Health Implication*, edited by Chow, C.K. Boca Raton, Florida: CRC Press.
- Jaswir, I., Che Man, Y., Selamat, J., Ahmad, F. & Sugisawa, H. 2005. Effect of processing conditions and storage on retention of volatile compounds of durian leather. *Journal of Food, Agriculture and Environment* 1: 65-71.
- Lim, T.K. & Kamaruzzaman, S. 1990. *Penyakit Tanaman Durian*. Dewan Bahasa dan Pustaka, Kementerian Pendidikan Malaysia.
- Layne, R.E.C. 1994. Prunus rootstocks affect long-term orchard performance of 'Redhaven' peach on brookston clay loam. *HortScience* 29(3): 167-171.

- Martínez, B. & Rico, J.M. 2002. Seasonal variation of P content and major N pools in *Palmaria palmata* (Rhodophyta). *J. Phycol.* 38: 1082-1089.
- Murano, P.S. 2003. *Understanding Food Science and Technology*. United State: Thomson Learning Inc.
- Nielson, S.S. 2003. *Food Analysis*. New York. Klumer Academic, Plenum Publisher.
- Nitisewojo, P. 1995. *Prinsip Analisis Makanan*. Bangi: Penerbit Universiti Kebangsaan Malaysia.
- Noryati, I. & Cheah, P.B. 2004. *Lepas Tuai: Satu Pengendalian Fisiologi dan Pengendalian Buah-buahan dan Sayur-sayuran*. Pulau Pinang: Penerbit Universiti Sains Malaysia.
- Oliveira, L., Freire, C.S.R., Silvestre, A.J.D. & Cordeiro, N. 2008. Lipophilic extracts from banana fruit residues: A source of valuable phytosterols. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 56: 9520-9524 .
- Phutdhawong, W., Kaewkong, S. & Buddhasukh, D. 2005. GC-MS analysis of fatty acids in Thai durian aril. *Chiang Mai Journal of Science* 32: 169-172.
- Pomeranz, Y. & Meloan, C.E. 1994. *Food Analysis: Theory & Practice*. New York: Chapman & Hall.
- Ratiporn, H., Sumitra, P., Suchada, V., Jacek, N., Magda, S.K., Yong-Seo, P., Buk-Gu, H., Ja-Yong, C., Hong, G.J. & Shela, G. 2010. Comparison of bioactive compounds, antioxidant and antiproliferative activities of Mon Thong durian during ripening. *Journal of Food Chemmistry* 118: 540-547.
- Rato, A.E., Agulheiro, A.C., Barroso, J.M. & Riquelme, F. 2008. Soil and rootstock influence on fruit quality of plums (*Prunus domestica* L.) *Scientia Horticulturae* 118: 218-222.
- Reinhold, M., Dietrich, D. & Rainer, G. 1980. Volatile constituents and fatty acid composition of lipids in *Durio zibethinus*. *Phytochemistry* 19(1): 79-81.
- Ruperez, P. 2002. Mineral content of edible marine seaweeds. *Food Chemistry* 79: 23-26.
- Sharaf, A., Ahmed, A. & El-Saadany, S. 1989. Biochemical changes in some fruits at different ripening stages. *Journal of Food Chemistry* 31: 19-28.
- Weenen, H., Koolhaas, W.E. & Apriyantoo, A. 1996. Sulphur containing volatiles of durian fruits (*Durio zibethinus* Murr.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 44: 3291-3293.
- Wong, K.C. & Tie, D.Y. 1995. Volatile constituents of durian (*Durio zibethinus* Murr.). *Journal of Flavour and Fragrance* 10: 79-83.
- Yeang, C.H. 2009. Integration of metabolic reactions and gene regulation. *Methods Mol. Biol.* 9(553): 265-285.

Program Teknologi Makanan & Bioproses
 Sekolah Sains Makanan & Pemakanan
 Universiti Malaysia Sabah
 88400 Kota Kinabalu, Sabah
 Malaysia

*Pengarang untuk surat-menyurat; email: idamsah@ums.edu.my

Diserahkan: 2 April 2012
 Diterima: 10 Mac 2013