

Aktiviti Antioksidan dan Warna Muffin daripada Sisa Puri Pitaya Merah (*Hylocereus polyrhizus*) (Antioxidant Activity and Colour of Red Pitaya Puree Muffin (*Hilosereus polirhizus*))

T. C. CHEMAH, A. AMINAH, A. NORIHAM & W. M. WAN AIDA

ABSTRAK

Sisa puri pitaya merah bersama biji telah digunakan dalam penyediaan muffin yang dicampurkan dengan 10%, 15% dan 20% puri dalam formulasi bater. Ujian warna, kandungan jumlah polifenol, jumlah flavonoid, ujian antioksidan; pemerangkapan radikal bebas 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) dan ujian penurunan ferrik (FRAP) telah dijalankan. Warna bater 3 jenis muffin tersebut berwarna merah jambu violet. Warna merah jambu (nilai a) meningkat dengan signifikan ($p < 0.05$) selaras peningkatan peratus kandungan puri manakala kecerahan (nilai L) menurun dengan peningkatan puri. Apabila dimasak, semua warna merah jambu daripada bater hilang. Permukaan muffin adalah lebih gelap (nilai L), dengan muffin 20% puri paling signifikan ($p < 0.05$). Isi kesemua muffin berwarna kuning dan kecerahan (nilai L) didapati berkurang secara signifikan ($p < 0.05$) dengan pertambahan peratus puri. Jumlah polifenol sampel muffin menunjukkan muffin 10% puri pitaya ekstrak air mengandungi jumlah polifenol yang paling tinggi (29.0 mg GAE/100 g sampel). Kandungan flavonoid menunjukkan muffin 20% puri pitaya mengandungi flavonoid yang paling signifikan ($p < 0.05$) 15.3 mg katekin/100 g sampel berbanding muffin kawalan 11.0 mg katekin. Bagi ujian antioksidan DPPH, semua muffin dengan puri pitaya menunjukkan peratus pemerangkapan yang lebih baik berbanding kawalan. Ujian FRAP menunjukkan pola yang serupa dengan keputusan muffin 10% (17.4), muffin 15% (15.4) dan muffin 20% (17.5 mg trolox/100 g sampel). Warna merah jambu bater muffin hilang semasa proses memasak namun nilai antioksidan masih diperolehi dalam muffin masak.

Kata kunci: Antioksidan; *Hilosereus polirhizus*; muffin; sisa pitaya merah

ABSTRACT

Red pitaya wastes which include the puree and seeds were incorporated into muffin in 10%, 15% and 20% of the batter formulation. The muffins were subjected to colour determination using CIELAB colour system, total polyphenol, total flavonoid and antioxidant test; scavenging 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazil free radicals (DPPH) and ferric reducing antioxidant power (FRAP). The batter colour of all the muffins were violet pink. The pink colour (a value) increased significantly ($p < 0.05$) as the puree percentage increased, while the brightness (L value) decreased with the increment of the puree in the batter. Cooked muffin lost its pink colour. Muffin surface colour was dark (L value), with muffin at 20% being most significant ($p < 0.05$). The inner muffin colour was yellow and its brightness (L value) was less significant ($p < 0.05$) with the increment of the pitaya puree. Total polyphenol found in muffin showed that 10% pitaya puree water extract had the highest phenolic (29.0 mg GAE/100 g sampel). Result for flavonoid content showed that muffin with 20% puree was significantly different ($p < 0.05$) with 15.3 mg catechin/100 g sampel as compared to the control muffin 11.0 mg catechin/100 g sample. Antioxidant assay of DPPH showed that all the muffin samples had better scavenging capacity compared to control muffin. FRAP assay showed similar trend with muffin 10% (17.4), 15% (15.4) and 20% (17.5 mg trolox/100 g sample). Pink violet colour in the muffin batter disappeared during baking but antioxidant activity was still available in the baked muffin.

Keywords: Antioxidant; *Hylocereus polyrhizus*; muffin; red pitaya puree

PENGENALAN

Sisa seperti kulit, biji, bijirin, daun dan sisa daripada pemprosesan makanan merupakan antara beberapa hasil buangan dari industri yang boleh digunakan semula kerana mempunyai kandungan antioksidan yang tinggi. Sisa daripada pemprosesan industri buah dan sayuran dikatakan masih mempunyai nilai pemakanan yang berkhasiat dan menjanjikan sumber kandungan antioksidan yang baik (Moure et al. 2001). Keupayaan perlindungan terhadap

penyakit oleh buah-buahan dan sayur-sayuran biasanya disebabkan oleh berjenis-jenis bahan antioksidan, vitamin C, vitamin E, α -tokoferol, β -karotena dan sebatian polifenol (Moure et al. 2001). Polifenol merupakan kumpulan antioksidan terbesar yang terdapat dalam pelbagai buah-buahan dan sayur-sayuran. Ia boleh diklasifikasikan sebagai sebatian bukan flavonoid seperti stilbena, asid hidroksinamik dan asid benzoik dan juga sebatian flavonoid seperti flavonol, flavon, flavonol dan isoflavon (Paixao et

al. 2007). Pemprosesan dipercayai boleh mempengaruhi kandungan, aktiviti dan kebolehdapatan bahan bioaktif dalam buah-buahan dan sayuran (Nicoli et al. 1999).

Penggunaan sisa telah disyorkan sebagai bahan penambah tempoh hayat produk dengan menghalang daripada kerosakan oksidatif (Moure et al. 2001). Ekstrak pewarna asli dan bahan antioksidan daripada produk hiliran industri pertanian mengandungi bahan-bahan seperti protein, serat diet, bahan antioksidan dan pewarna yang berguna untuk kesihatan, oleh itu penggunaan semula bahan tersebut akan meningkatkan sifat berfungsi produk makanan yang lain (Oreopoulou & Tzia 2008).

Penambahan bahan ramuan lain ke dalam pembuatan produk bakeri dapat meningkatkan nilai tambah dalam produk. Laufenberg et al. (2003) melaporkan penggunaan semula sisa pemprosesan sayuran dalam produk novel seperti ramuan berfungsi dalam jus buah dan produk bakeri. Ramuan seperti serat diet, vitamin dan pewarna seringkali digunakan bagi meningkatkan penerimaan pengguna terhadap produk bakeri. Mufin adalah sejenis kek yang menggunakan lemak yang diadun bersama gula dan ia boleh ditambah dengan bahan penaik ataupun tidak. Kek berlemak yang baik dan berkualiti harus mempunyai ruang udara yang kecil dan sekata, dinding sel yang nipis dan serdak yang elastik dan bukan peroi. Manakala kerak hendaklah nipis dan lembut dan licin (Bennion & Scheule 2004).

Oleh yang demikian, objektif kajian adalah untuk mengukur warna dan keupayaan aktiviti antioksidan puri pitaya yang telah dimasukkan ke dalam formulasi mufin dan dimasak pada suhu 170°C.

BAHAN DAN KAEDAH

PENYEDIAAN SISA PURI

Penghasilan sisa puri dan biji dilakukan dengan memerah buah pitaya yang telah dipotong kecil (2 cm). Buah tersebut dimasukkan ke dalam kain muslin dan diperah secara manual. Jus diasingkan dan puri yang mengandungi biji di simpan pada suhu sejuk -20°C sehingga digunakan.

PENYEDIAAN MUFIN

Mufin disediakan menurut resipi yang didapati daripada Fakulti Pengurusan Hotel dan Pelancongan, Shah Alam bagi mufin pisang. Jadual 1 menyenaraikan formulasi produk mufin yang disediakan. Bahan kering dan basah diasingkan dalam bekas berlainan. Proses pembuatan adalah menurut kaedah konvensional penyediaan kek. Marjerin dan gula dicampur dan dipukul sehingga kembang, sebelum telur dimasukkan satu persatu sambil dipukul. Bahan kering dicampurkan berselang-seli dengan puri sambil dipukul perlahan supaya sebati. Adunan dimasukkan ke dalam bekas mufin bersaiz 9, sebanyak 40 g bater bagi setiap kertas adunan. Adunan kemudian dibakar dalam ketuhar pada suhu 170°C selama 20 min. Mufin bagi ujian kimia disimpan pada suhu -20°C sehingga digunakan.

KAEDAH

PENENTUAN WARNA

Penentuan warna (L, a, b) mufin ditentukan dengan menggunakan alat *Minolta chromameter* (CR300, Jepun). Warna permukaan sampel diambil di bahagian atas pada 2 titik berbeza, setiap satu titik bacaan diambil 2 kali, kemudian, mufin dipotong dua untuk mendapatkan warna dalam mufin. Bacaan diambil pada 2 titik bacaan, setiap titik 2 kali.

PENENTUAN KANDUNGAN JUMLAH POLIFENOL

Kandungan polifenol telah diukur dengan menggunakan reagen Folin-Ciocalteu (FCR) menggunakan kaedah Su et al. (2007) dengan sedikit pengubahsuaian. Sebanyak 100 µL sampel ekstrak telah dicampurkan dengan 900 µL air suling dan 500 µL FCR (1:1 v/v, FCR: air) yang telah disediakan pada hari yang sama. Setelah itu, 1 mL garam karbonat 7.5% (7.5 g sodium karbonat Na₂CO₃ dalam 100 ml air suling), dicampurkan dan larutan dibiarkan bertindak balas pada suhu bilik selama 2 jam sebelum bacaan serapan diambil menggunakan spektrofotometer UV-VIS (ATI Unicam, UK) pada panjang gelombang 765 nm. Asid galik digunakan sebagai piawai perbandingan.

JADUAL 1. Formulasi mufin menggunakan sisa puri buah pitaya

Bahan	Jenis mufin			
	Mufin 10% puri (g)	Mufin 15% puri (g)	Mufin 20% puri (g)	Mufin kawalan (g)
Tepung	263	263	263	263
Marjerin	227	227	227	227
Gula kastor	250	250	250	196
Soda bikarbonat	2	2	2	2
Serbuk penaik	2	2	2	2
Garam	1	1	1	1
Telur	265	265	265	265
Susu UHT	48	48	48	48
Puri	125	173	230	-

PENENTUAN KANDUNGAN JUMLAH FLAVONOID

Kaedah Liu dan Zhu (2007) digunakan dengan pengubahsuaian bagi memeriksa kandungan flavonoid dalam isi dan kulit pitaya. Ekstrak sampel sebanyak 100 μL dicairkan dengan 1.9 mL air nyahion. Kemudian 75 μL 5% NaNO_2 (5 g natrium nitrit dalam 100 mL air suling) dimasukkan dan dibiarkan selama 6 min sebelum 150 μL 10% larutan AlCl_3 dalam methanol dimasukkan. Setelah 5 minit, 500 μL NaOH 1M (2 g natrium hidroksida dalam 50 mL air suling) dimasukkan. Tindak balas dibiarkan berlaku selama 15 min sebelum bacaan serapan diambil pada panjang gelombang 510 nm, menggunakan air sebagai pengosong. Katekin digunakan sebagai piawai dengan kaedah penyediaan yang sama. Keputusan dilaporkan sebagai mg katekin/100 g sampel.

PENENTUAN KAPASITI ANTIOKSIDA MELALUI PEMERANGKAPAN RADIKAL DPPH

Kaedah Wu et al. (2006) digunakan untuk menilai keupayaan antioksidan ekstrak muffin dalam memerangkap radikal bebas 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH). Ekstrak sampel 100 μL dicampurkan dengan larutan DPPH yang disediakan dan dibiarkan di tempat gelap pada suhu bilik selama 24 jam. Aktiviti antioksidan diukur dengan menggunakan spektrofotometer UV-VIS pada panjang gelombang 515 nm. Peratus aktiviti antioksidan diukur berdasarkan pemerangkapan radikal bebas DPPH dengan menggunakan rumus:

$$\text{Peratus penghalangan DPPH} = [(\text{serapan awal} - \text{serapan sampel}) / \text{serapan awal}] \times 100.$$

PENENTUAN KAPASITI ANTIOKSIDA MELALUI PENURUNAN FERIK

Kaedah Benzie dan Strain (1996) telah digunakan. Reagen *ferric reducing antioxidant power* (FRAP) disediakan termasuklah 300 mM penimbal asetat, pH 3.6 (3.1 g $\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ dengan 16 mL CH_3COOH), 10 mL/liter TPTZ (2,4,6-tripiridil-s-triazina), 40 mM/liter HCl dan 20 mm/liter $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. Reagen FRAP disediakan dengan mencampurkan penimbal asetat, TPTZ dan larutan FeCl_3 dalam nisbah 10:1:1 mengikut keperluan penggunaan. Sebanyak 3.9 mL reagen FRAP dicampurkan ke dalam 100 μL ekstrak sebelum bacaan serapan diambil pada panjang gelombang 593 nm. Trolox digunakan sebagai piawai.

HASIL DAN PERBINCANGAN

WARNA MUFIN SEBELUM DAN SELEPAS

Warna muffin siap dimasak berbeza daripada sebelum dimasak. Bater adunan sebelum dimasak menunjukkan sampel kawalan adalah paling cerah ($L=80.9$), dengan warna lebih kekuningan berbanding bater yang dicampur puri yang kemerahan. Kadar kemerahan (nilai a) warna bater menunjukkan peningkatan warna merah sesuai dengan penambahan peratus puri dalam bater manakala kecerahan bater (nilai L) menyusut dengan pertambahan puri. Sila rujuk Jadual 2.

Warna permukaan muffin setelah dimasak kuning keperangan, muffin kawalan menunjukkan kecerahan ($L=55.2$) dan kekuningan ($b=30.2$) paling signifikan ($p<0.05$). Namun tidak terdapat perbezaan warna permukaan (nilai a dan b) yang signifikan ($p<0.05$) antara

JADUAL 2. Warna L, a dan b bater dan muffin siap dimasak dengan 10, 15 dan 20 % puri pitaya

Sampel	Warna L	a	b
<i>Bater muffin</i>			
Muffin 10%	68.1 ^b	19.2 ^c	5.3 ^b
Muffin 15%	65.5 ^c	24.8 ^b	3.0 ^c
Muffin 20%	63.4 ^d	25.8 ^a	0.9 ^d
Kawalan	80.9 ^a	1.8 ^d	22.8 ^a
<i>Luar muffin</i>			
Muffin 10%	14.9 ^d	0.4 ^b	0.4 ^b
Muffin 15%	17.2 ^c	0.4 ^b	0.4 ^b
Muffin 20%	19.8 ^b	0.4 ^b	0.4 ^b
Kawalan	55.3 ^a	10.2 ^a	30.2 ^a
<i>Dalam muffin</i>			
Muffin 10 %	38.3 ^b	0.4 ^a	0.4 ^b
Muffin 15 %	36.3 ^c	0.4 ^a	0.4 ^b
Muffin 20 %	24.2 ^d	0.4 ^a	0.4 ^b
Kawalan	70.2 ^a	0.4 ^a	23.3 ^a

Abjad berbeza dalam lajur yang sama dan bahagian muffin yang sama menunjukkan perbezaan bererti ($p<0.05$), $n=4$.

sampel dengan kandungan puri yang berlainan. Sampel sama perang walaupun dengan jumlah puri berbeza. Warna kemerahan dalam bater muffin (sebelum masak) didapati hilang setelah proses pembakaran muffin dilakukan.

Warna isi muffin tidak menunjukkan perbezaan yang signifikan ($p < 0.05$), semua isi muffin didapati bertukar kekuningan. Walau bagaimanapun, kecerahan dalam muffin menunjukkan muffin kawalan adalah paling cerah ($p < 0.05$). Kecerahan sampel muffin dengan 10%, 15% dan 20% puri berkurangan dengan pertambahan peratus puri dalam muffin. Makin bertambah puri, makin gelap warna dalam muffin tersebut.

Warna merah betalin yang terdapat dalam pitaya merah (Esquivel et al. 2007; Wu et al. 2006) didapati berubah kepada warna kekuningan dan keperangan setelah dimasak pada suhu 170°C . Antara faktor-faktor yang mempengaruhi kestabilan warna betalin adalah kandungan air yang tinggi, suhu tinggi, cahaya, oksigen dan logam kation (Herbach et al. 2006). Justeru itu, kehilangan warna betalin semasa pemprosesan dan penyimpanan boleh dikurangkan dengan mengawal suhu dan pH selain daripada mengurangkan pendedahan betalin kepada oksigen dan sumber cahaya (Delgado-Vargas et al. 2000; Stintzing & Carle 2007). Betasianin dalam bit merah dilaporkan mudah luntur kepada warna kekuningan dalam tempoh 6 hari tanpa proses kestabilan (Herbach et al. 2007).

KANDUNGAN JUMLAH POLIFENOL DAN FLAVONOID

Muffin dengan puri 10% mengandungi polifenol yang signifikan ($p < 0.05$) dengan nilai 29.0 mg asid galik/100 g sampel berbanding dengan muffin 10% dan 20% dengan nilai 24.7 dan 23.3 mg asid galik/100 g sampel masing-masing. Walau bagaimanapun dalam Jadual 3, kesemua muffin menunjukkan kandungan polifenol lebih baik daripada muffin kawalan tanpa puri dengan 14.6 mg asid galik/100 g sampel. Peningkatan kandungan polifenol mungkin disebabkan oleh kesan pemanasan ke atas dinding sel puri yang ditambah ke dalam muffin. Kesan tersebut mungkin telah menyebabkan bahan antioksidan terlerai ke dalam muffin. Selain itu, produk hasil daripada reaksi Maillard juga boleh memberikan kandungan antioksidan yang tinggi. Reaksi Maillard boleh mempengaruhi dalam anggaran kompaun fenolik (Samaras et al. 2005).

Muffin dengan puri 10% menunjukkan jumlah kandungan polifenol yang lebih tinggi juga mempunyai warna yang lebih gelap. Warna pengkaramelan muffin hasil tindak balas Maillard mungkin telah mempengaruhi jumlah kandungan polifenol yang diukur melalui ujian Folin-Colin-Ciocalteu dalam muffin 10% puri.

Pemprosesan makanan didapati mempengaruhi kandungan, aktiviti dan kebolehdapatan bahan bioaktif yang terdapat dalam makanan yang terlibat (Nicoli et al. 1999). Pembakaran dikatakan meningkatkan kandungan kompaun polifenol (Gelines & McKinnon 2006), manakala sesetengah kajian mendapati kompaun polifenol musnah semasa pembakaran (Leenhardt et al. 2006). Polifenol adalah bahan reaktif yang kurang stabil (Cheynier 2005), maka penguraian fenolik disebabkan oleh haba dan oksidasi semasa pembakaran boleh berlaku.

Keputusan kandungan flavonoid dalam Jadual 2 menunjukkan muffin dengan puri 20% mengandungi flavonoid yang paling tinggi (15.3 mg katekin/100 g sampel) berbanding muffin dengan kandungan peratus puri yang lain (13.3 dan 13.4 bagi 10% dan 20% masing-masing). Namun ketiga-tiga jenis muffin mempunyai kandungan flavonoid lebih tinggi daripada muffin kawalan (11.0 mg katekin/100 g sampel).

Kandungan puri pitaya didapati mempengaruhi dalam penambahan nilai fenolik dan flavonoid bagi muffin yang telah dimasak. Suhu masak bagi muffin sebanyak 170°C tidak menghapuskan keupayaan fenolik dan flavonoid. Malah dipercayai kesan memasak barangkali telah meleraikan dinding sel matriks puri yang dicampur ke dalam bater muffin lalu menambah secara keseluruhan nilai fenolik dan flavonoid produk muffin. Ditambah lagi dengan hasil tindak balas Maillard yang sedia ada dalam produk bakeri.

Walaupun muffin kawalan menunjukkan kandungan polifenol dan flavonoid, ini sebenarnya menunjukkan gandum mengandungi asid fenolik, khususnya asid ferulik (Beta et al. 2005) yang memberi nilai ke dalam jumlah keupayaan antipengoksidaan bagi produk diperbuat daripada gandum.

KEUPAYAAN ANTIOKSIDAN

Keputusan peratus pemerangkapan radikal DPPH bagi ekstrak air sampel muffin dengan puri 10, 15 dan 20%

JADUAL 3. Keputusan kandungan polifenol, flavonoid, peratus pemerangkapan radikal DPPH dan penurunan FRAP bagi muffin dengan 10, 15 dan 20% sisa pitaya merah dan muffin kawalan

Muffin	Ujian	Polifenol mg asid galik/100 g sampel	Flavonoid mg katekin/100 g sampel	DPPH % pemerangkapan	FRAP mg trolox/ 100 sampel
10% pitaya		29.0 ^a	13.3 ^a	36.8 ^a	17.4 ^a
15% pitaya		24.7 ^a	13.4 ^a	35.2 ^{ab}	15.4 ^a
20% pitaya		23.3 ^a	15.3 ^a	32.4 ^{bc}	17.5 ^a
Kawalan		14.6 ^b	11.0 ^b	29.9 ^c	10.3 ^b

Abjad yang berbeza dalam lajur yang sama menunjukkan perbezaan bererti ($p < 0.05$) $n=3$

berbanding muffin kawalan terdapat dalam Jadual 3. Kesemua muffin menunjukkan peratus pemerangkapan yang lebih baik berbanding muffin kawalan (29.9%). Muffin 10% puri memerangkap paling tinggi radikal DPPH dengan nilai 36.8%. Sampel muffin dengan formulasi 10% puri pitaya berwarna lebih gelap (nilai L lebih rendah) bagi permukaan sampel manakala lebih cerah bagi isi muffin. Warna yang lebih gelap bagi isi sesuai dengan pertambahan puri pitaya maka permukaan sampel yang gelap mungkin disebabkan oleh pembentukan unsur Maillard. Hasil tindak balas Maillard dalam proses memasak ternyata mempunyai keupayaan antioksidan. Tambahan lagi, lebih tinggi hasil tindak balas Maillard boleh didapati daripada permukaan muffin berbanding dengan isi muffin disebabkan suhu yang lebih tinggi dan kadar kelembapan yang rendah berlaku semasa proses pemasakan muffin (González-Mateo et al. 2009).

Keputusan bagi ujian FRAP menunjukkan semua sampel muffin berupaya menurunkan reagen FRAP lebih baik berbanding muffin kawalan. Namun tidak terdapat perbezaan beerti antara semua muffin yang mengandungi puri pitaya. Kandungan puri pada peratus yang berbeza tidak mempengaruhi keputusan hasil ujian FRAP. Keputusan bagi keupayaan antioksidan muffin dalam kajian ini selaras dengan kajian oleh Michalska et al. (2008) yang mendapati kandungan antioksidan roti meningkat selepas pembakaran. Keupayaan antioksidan kajian mungkin disebabkan oleh proses pembentukan produk tindak balas Maillard dalam muffin, walau bagaimanapun menurut kajian Michalska et al. (2008), keupayaan antikosidan dalam roti dan di permukaan roti mungkin daripada sumber berbeza. Antioksidan dari dalam roti adalah daripada sumber semulajadi manakala di permukaan adalah hasil daripada tindak balas Maillard semasa roti di masak.

Muffin yang dibakar pada suhu 170°C barangkali telah membentuk sebatian daripada proses Maillard manakala puri pitaya menyumbang kepada keupayaan antioksidan dalam sampel muffin. Permukaan muffin yang lebih gelap akibat daripada pengkaramelan semasa proses Maillard mengandungi antioksidan yang berlainan daripada yang terdapat dalam muffin yang mengandungi puri.

KESIMPULAN

Penambahan puri pitaya ke dalam muffin dapat meningkatkan kandungan polifenol, flavonoid dan keupayaan antioksidan dalam muffin. Selain daripada puri yang dimasukkan ke dalam muffin, proses memasak muffin pada suhu 170°C telah membentuk hasil tindak balas Maillard yang didapati mempengaruhi keseluruhan nilai polifenol, flavonoid dan antioksidan dalam muffin dikaji.

PENGHARGAAN

Setinggi-tinggi penghargaan kepada Universiti Kebangsaan Malaysia bagi tajaan geran penyelidikan UKM.OUP. BTT.28/2007. Terima kasih kepada En Talhah, En Johar Puteh dan Pn Sawiyah Tori atas bantuan teknikal, juga

kepada pembantu makmal dapur Fakulti Pengurusan Hotel & Pelancongan (UiTM Shah Alam) atas bantuan semasa penyediaan muffin.

RUJUKAN

- Bennion, M. & Scheule, B. 2004. *Introductory Foods*. 12th Ed. New Jersey: Pearson Prentice Hill.
- Benzie, I.F.F. & Strain, J.J. 1996. The Ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "Antioxidant Power": The FRAP Assay. *Analytical Biochemistry* 239: 70-76.
- Beta, T., Nam, S., Dexter, J.E. & Sapirstein, H.D. 2005. Phenolic content and antioxidant activity of pearled wheat and roller-milled fractions. *Cereal Chemistry* 82: 390-393.
- Cheynier, V. 2005. Polyphenols in foods are more complex than often thought. *American Journal of Clinical Nutrition* 81: 223S-229S.
- Delgado-Vargas, F., Jiminez, A.R. & Paredes-Lopez, O. 2000. Natural pigments: carotenoids, anthocyanins and betalains. Characteristics, biosynthesis, processing and stability. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 40: 173-289.
- Esquivel, P., Stintzing, F.C. & Carle, R. 2007. Pigment pattern and expression of colour in fruits from different *Hylocereus* sp. genotypes. *Innovative Food Science & Emerging Technologies* 8(3): 451-457.
- Gelinas, P. & McKinnon, C.M. 2006. Effect of wheat variety, farming site, and bread-baking on total phenolics. *International Journal of Food Science and Technology* 41(3): 329-332.
- González-Mateo, S., González-SanJosé, M.L. & Muñoz, P. 2009. Presence of Maillard products in Spanish muffins and evaluation of colour and antioxidant potential. *Food and Chemical Toxicology* 47(11): 2798-2805.
- Herbach, K.M., Stintzing, F. & Carle, R. 2006. Betalain stability and degradation – structural and chromatic aspects. *Journal of Food Science* 71(4): 41-50.
- Herbach, K.M., Maier, C., Stintzing, F.C. & Carle, R. 2007. Effects of processing and storage on juice colour and betacyanin stability of purple pitaya (*Hylocereus polyrhizus*) juice. *European Food Resource Technology* 224: 649-658.
- Laufenberg, G., Kunz, B. & Nystroem, M. 2003. Transformation of vegetable waste into value added products: (A) the upgrading concept; (B) practical implementations. *Bioresource Technology* 87: 167-198.
- Leenhardt, F., Lyan, B., Rock, E., Boussard, A., Potus, J., Chanliaud, E. & Remesy, C. 2006. Wheat lipooxygenase activity induces greater loss of carotenoids than vitamin E during breadmaking. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 54: 1710-1715.
- Liu, B. & Zhu, Y. 2007. Extraction of flavonoids from flavonoid-rich parts in tartary buckwheat and identification of the main flavonoids. *Journal of Food Engineering* 78: 584-587.
- Michalska, A., Amigo-Benavent, M., Zielinski, H. & del Castillo, M.D. 2008. Effect of bread making on formation of Maillard reaction products contributing to the overall antioxidant activity of rye bread. *Journal of Cereal Science* 48: 123-132.
- Moure, A., Cruz, J.M., Franco, D., Domínguez, J.M., Sineiro, J., Domínguez, H., Nunez, M.J. & Parajó, J.C. 2001. Natural antioxidants from residual sources. *Food Chemistry* 72: 145-171.
- Nicoli, M.C., Anese, M. & Parpinel, M. 1999. Influence of processing on the antioxidant properties of fruit and

- vegetables. *Trends in Food Science & Technology* 10: 94-100.
- Oreopoulou, V. & Tzia, C. 2008. Utilization of plant by-products for the recovery of proteins, dietary fibers, antioxidants & colorants. *Book: Utilization of by-products and treatment of waste in the food industry*. DOI: 10.1007/978-0-387-35766-911.
- Paixao, N., Perestrelo, R., Marques, J.C. & Camara, J.S. 2007. Relationship between antioxidant capacity and total phenolic content of red, rose and white wines. *Food Chemistry* 105: 204-214.
- Samaras, T.S., Camburn, P.A., Chandra, S.X., Gordon, M.H. & Ames, J.M. 2005. Antioxidant properties of kilned and roasted malts. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 53: 8068-8074.
- Stintzing, F.C. & Carle, R. 2007. Betalains – emerging prospects for food scientists. *Trends in Food Science & Technology* 18: 514-525.
- Su, L., Yin, J.Y., Charles, D., Zhou, K., Moore, J. & Yu, L. 2007. Total phenolic contents, chelating capacities, and radical scavenging properties of black peppercorn, nutmeg, rosehip, cinnamon and oregano leaf. *Food Chemistry* 100: 990-997.
- Wu Li-Chen, Hsiu-Wen Hsu, Yun-Chen Chen, Chih-Chung Chiu, Yu-In Lin & Ja-an Annie Ho. 2006. Antioxidant and antiproliferative activities of red pitaya. *Food Chemistry* 95: 319-327.

Chemah Tamby Chik*, Aminah Abdullah & Wan Aida Wan Mustapha
Pusat Pengajian Sains Kimia dan Teknologi Makanan
Fakulti Sains dan Teknologi
Universiti Kebangsaan Malaysia
43600 UKM Bangi, Selangor D.E.
Malaysia

Noriham Abdullah
Jabatan Teknologi Makanan
Fakulti Sains Gunaan
45450 UiTM Shah Alam
Selangor D.E.
Malaysia

*Pengarang untuk surat-menyurat; email: chemah72@yahoo.com

Diserahkan: 20 Mei 2010
Diterima: 18 Jun 2010