

Sebatian Meruap, Ciri Fizikokimia dan Penilaian Sensori Tiga Jenis Santan dalam Pasaran Malaysia

(Volatile Compounds, Physico-chemical Characteristics and Sensory Evaluation of Three Types of Coconut Milk in Malaysian Market)

LIM SENG JOE, WAN AIDA WAN MUSTAPHA* & MOHAMAD YUSOF MASKAT

ABSTRAK

Kajian ini dijalankan untuk membandingkan profil sebatian meruap, ciri fizikokimia dan penilaian sensori antara santan segar, santan UHT dan santan serbuk. Kaedah mikroekstraksi fasa pepejal (SPME) digunakan untuk mengekstrak sebatian meruap dalam sampel dan dianalisis menggunakan kromatografi gas-spektrometer jisim (GC-MS). Analisis profil sebatian meruap menunjukkan santan segar mempunyai tujuh sebatian meruap manakala santan UHT dan santan serbuk masing-masing mempunyai empat dan lima sebatian meruap. Sebatian meruap utama yang terdapat di dalam santan adalah delta-lakton. Santan segar mengandungi kandungan protein ($2.35 \pm 0.17\%$), lemak ($25.57 \pm 1.56\%$) dan abu ($0.82 \pm 0.03\%$) tertinggi secara bererti ($p < 0.05$) manakala santan serbuk (berat basah) mengandungi kandungan lembapan ($78.77 \pm 0.37\%$) dan karbohidrat ($8.06 \pm 0.41\%$) tertinggi secara bererti ($p < 0.05$) dan asid lemak bebas ($0.43 \pm 0.03\%$) terendah secara bererti ($p < 0.05$). Bacaan pH menunjukkan bahawa santan serbuk (5.90 ± 0.11) bersifat lebih berasid secara bererti ($p < 0.05$) berbanding dengan santan segar (6.16 ± 0.02) dan santan UHT ($6.17 \pm 0.04\%$). Bagi analisis kelikatan, santan UHT mempunyai kelikatan tertinggi, kerana telah ditambah dengan karagenan dan berbeza secara bererti ($p < 0.05$) dengan santan segar dan santan serbuk. Melalui ujian L^* , a^* , b^* , didapati bahawa warna bagi santan UHT dan santan serbuk adalah lebih cerah dan putih secara bererti ($p < 0.05$) berbanding santan segar. Penilaian sensori menunjukkan bahawa santan segar mempunyai min skor darjah kesukaan tertinggi bagi aroma kelapa, perisa asing, aroma keseluruhan dan penerimaan keseluruhan. Santan UHT pula mempunyai min skor darjah kesukaan tertinggi dari segi warna dan kelikatan.

Kata kunci: Ciri fizikokimia; penilaian sensori; santan segar; santan serbuk; santan UHT; sebatian meruap

ABSTRACT

This research was done to compare the volatile compounds profile, physico-chemical characteristics and sensory evaluation between fresh, UHT and powdered coconut milk. Solid phase microextraction method (SPME) was used to extract volatile compounds from samples for analysis using gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS). Volatile compounds profile analysis showed that there were seven, four and five volatile compounds in fresh, UHT and powdered coconut milk, respectively. The main volatile compounds in coconut milk were delta-lactones. Fresh coconut milk contains the highest ($p < 0.05$) protein ($2.35 \pm 0.17\%$), fat ($25.57 \pm 1.56\%$) and ash content ($0.82 \pm 0.03\%$), while powdered coconut milk (wet weight) contains the highest ($p < 0.05$) moisture ($78.77 \pm 0.37\%$) and carbohydrate ($8.06 \pm 0.41\%$) content and lowest ($p < 0.05$) free fatty acid content ($0.43 \pm 0.03\%$). The pH of powdered coconut milk (5.90 ± 0.11) was significantly ($p < 0.05$) more acidic compared to that of fresh (6.16 ± 0.02) and UHT coconut milk ($6.17 \pm 0.04\%$). Viscosity analysis showed that UHT coconut milk has the highest viscosity due to the addition of carrageenan and was significantly different ($p < 0.05$) from fresh and powdered coconut milk. The colour of UHT and powdered coconut milk were significantly ($p < 0.05$) lighter and whiter compared to that of fresh coconut milk. Sensory evaluation shows that fresh coconut milk has the highest degree of likeness in terms of coconut aroma, off-flavours, overall aroma and overall acceptance. The UHT coconut milk has the highest degree of likeness in terms of colour and viscosity.

Keywords: Fresh coconut milk; physicochemical characteristics; powdered coconut milk; sensory evaluation; UHT coconut milk; volatile compound

PENDAHULUAN

Santan banyak digunakan dalam industri konfeksi, bakeri, biskut dan ais krim di seluruh dunia untuk meningkatkan perisa dan rasa pada pelbagai produk dan juga merupakan ingredien makanan yang penting, terutamanya di Asia dan

Pasifik, atas sebab keunikan ciri sensorinya (Belewu & Belewu 2007; Tangsuphoom & Coupland 2008). Secara saintifiknya, santan merupakan emulsi minyak-dalam-air dengan titisan minyak terserak dalam fasa akueus selanjara. Santan dihasilkan sama ada secara domestik

atau pada skala industri, melalui ekstraksi endosperma kelapa tua (*Cocos nucifera*) dengan atau tanpa air. Santan mengandungi lemak, air, karbohidrat, protein dan abu, dengan air dan lemak merupakan komponen utama (Tansakul & Chaisawang 2006).

Secara domestik, ekstraksi santan bermula dengan mengupas dan membelah buah kelapa kepada dua bahagian. Isi kelapa kemudiannya dikeluarkan menggunakan pisau dan diparut. Isi kelapa yang telah diparut ini boleh dicampur dengan air suam dalam bekas atau mangkuk dan dibiarkan selama beberapa minit untuk ekstraksi minyak, bahan larut air dan sebatian aromatik. Ekstrak ini bersama dengan isi kelapa yang telah diparut diperah dalam penapis santan untuk mendapatkan emulsi yang berwarna putih legap dengan perisa kelapa yang wangi. Hampas kelapa yang terasing disingkirkan (Belewu & Belewu 2007).

Walaupun bagaimanapun, santan yang dihasilkan secara domestik ini mudah rosak, kerana santan ini tidak diberi perlakuan yang sepatutnya untuk menjadikannya stabil secara mikrobiologi. Selain itu, santan juga merupakan sumber nutrien yang penting terutamanya lemak dan bersifat rendah asid, menjadikannya sesuai untuk pembiakan mikroorganisma (Tangsuphoom & Coupland 2008). Oleh itu, terdapat beberapa jenis lagi santan proses yang dijual di pasaran Malaysia. Antaranya, adalah santan yang telah diberi perlakuan suhu ultra tinggi (UHT) dan siap dipek secara aseptik dan juga santan dalam bentuk serbuk (Narataruksa et al. 2010). Santan jenis ini merupakan santan yang telah diproses dan mempunyai jangka hayat simpanan yang lebih panjang. Ini memudahkan pengguna kerana pengguna dapat mengelakkan pembaziran yang disebabkan oleh kerosakan santan.

Santan jenis siap dipek dalam kotak merupakan santan yang telah diproses dengan menggunakan kaedah suhu ultra tinggi (UHT) dan dipek menggunakan Tetrapak. Kaedah ini dapat mengurangkan bilangan mikroorganisma yang terdapat di dalamnya dan memanjangkan jangka hayat santan tersebut (Murano 2003). Santan jenis serbuk pula dihasilkan menggunakan kaedah sembur-kering dengan air di dalam santan disingkirkan, menjadikannya partikel kecil yang kering. Santan dalam bentuk serbuk yang kering mempunyai jangka hayat yang lebih panjang kerana dalam keadaan yang kering, mikroorganisma tidak dapat tumbuh (Murano 2003).

Walaupun santan yang telah diproses ini mempunyai jangka hayat simpanan yang lebih panjang, namun, rasa, perisa dan aromanya adalah berbeza daripada santan yang segar (Seow & Gwee 1997). Ini kerana apabila diproses, perlakuan haba pada santan menyebabkan sebatian meruap yang memberi perisa santan terbebas. Pada masa yang sama, perlakuan haba juga menyebabkan ketengikan pada santan yang diproses, dengan haba akan memulakan tindak balas kimia hidrolitik yang menghasilkan asid lemak bebas dan memberikan rasa asing (tengik) kepada santan (Murano 2003).

Oleh itu, objektif kajian ini adalah untuk membandingkan profil sebatian meruap dan juga ciri

fizikokimia ketiga-tiga jenis santan tersebut. Penilaian sensori juga dijalankan untuk mengenal pasti penerimaan pengguna terhadap ketiga-tiga jenis santan ini. Dalam pengenalpastian sebatian meruap, alat kromatografi gas yang dilengkapi dengan spektrofotometer jisim (GC-MS) telah digunakan. Bagi analisis fizikokimia, analisis proksimat telah dijalankan, dengan kandungan air, lemak, protein, karbohidrat dan abu ditentu dan dibandingkan. Selain itu, analisis asid lemak bebas, pH, kelikatan dan warna ketiga-tiga jenis sampel santan juga dibandingkan. Dalam penilaian sensori, ujian hedonik telah dijalankan untuk menentukan penerimaan pengguna terhadap ketiga-tiga jenis santan tersebut.

BAHAN DAN KAEDAH

BAHAN

Santan segar diperolehi dari tiga gerai berbeza di Pasar Kajang, Selangor. Santan UHT diperolehi daripada jenama Ayam Brand dengan nombor pengeluaran 19/02/11 16:05:58 U1, 15/03/11 16:20:21 L1 dan 01/04/11 12:36:52 Z1 manakala santan serbuk diperolehi daripada jenama S&P dengan Nombor Keluaran 20122011 TG, 09112011 VN dan 08072011 VR.

PENYEDIAAN SAMPEL

Santan segar dan santan UHT dimasukkan ke dalam bikar yang berasingan dan dihomogenkan dengan pengacauan menggunakan rod kaca selama 1 min. Santan serbuk disediakan dengan melarutkan 50 g santan serbuk dengan 200 mL air suling dan dikacau selama 2 min.

KAEDAH MIKROEKSTRAKSI FASA-PEPEJAL – RUANG TUTUPAN (HS-SPME)

Unit SPME yang digunakan dalam kajian ini adalah gentian silika yang berdiameter kecil, dilapisi dengan fasa pengekstrakan (fasa pegun) dan disambung dengan pelocok. Gentian silika yang digunakan adalah polidimetilsikloheksana / divinilbenzena / karboksena (PDMS / DVB / CAR; 50/30 μm). Sampel perlu disediakan di dalam botol vial sebelum kaedah HS-SPME dilakukan. Sebanyak 5 mL sampel dimasukkan ke dalam botol vial yang berpenutup jenis septum 20 mL dan dipanaskan dalam rendaman air panas sedalam 40 mm pada suhu 60°C selama 15 min untuk memmeruapkan sebatian meruap yang terkandung di dalam sampel pada ruang tertutup. Jarum SPME disuntik ke dalam botol vial melalui septum pada penutup botol vial tersebut. Gentian silika diturunkan dan dibiarkan terdedah kepada ruangan tertutup selama 10 min untuk membolehkan sebatian aroma yang meruap terjerap pada fasa pegun pada gentian silika. Kemudiannya, gentian dinaikkan semula ke dalam jarum SPME dan dikeluarkan daripada botol vial dan dengan serta-merta, disuntik ke dalam injektor GC-MS untuk mengenal pasti sebatian meruap yang hadir.

ANALISIS PROFIL SEBATIAN MERUAP MENGUNAKAN GC-MS

Model GC yang digunakan untuk analisis profil sebatian meruap adalah *Shimadzu 17 A* yang bersambung dengan alat spektrometer jisim *Shimadzu QP5050 A*. Pengesanan yang digunakan adalah pengesanan pengionan nyala (FID). Kolum HP-5 (kolum kapilari, 30 m panjang \times 0.22 mm diameter dalaman \times 0.25 μ m ketebalan filem, tidak polar) digunakan dengan gas Helium sebagai gas pembawa pada kadar alir 1.5 mL/min. Suhu awal kolum adalah 50°C (5 min) dengan peningkatan suhu pada kadar 20°C/min sehingga mencapai suhu akhir 250°C (10 min). N-dodekana dengan formula molekul $C_{12}H_{26}$ dan jisim molekul 170.34 g/mol digunakan sebagai piawai dalaman. Sebanyak 5 μ L piawai dalaman pada kepekatan 10, 5 dan 50 ppm masing-masing dimasukkan ke dalam sampel santan segar, santan UHT dan santan serbuk.

ANALISIS FIZIKOKIMIA

ANALISIS FIZIKAL

Analisis fizikal yang dijalankan adalah analisis kelikatan dan analisis warna. Kelikatan sampel diuji dengan menggunakan alat *Brookfield Digital Viscometer (DV-11+)* dengan kelikatan santan pada 2, 4, 10 dan 20 rpm diukur dan dicatatkan nilai cPs dan %. Seterusnya, indeks tabiat aliran (n) ditentukan.

Analisis warna sampel dilakukan dengan menggunakan alat *Minolta Kromameter*. Sistem warna CIE *Lab (Commission Internationale d'Eclairage)* digunakan untuk menguji tahap kecerahan (L^*), indeks kemerahan ($+a^*$), indeks kebiruan ($-a^*$), indeks kekuningan ($+b^*$) dan indeks kehijauan ($-b^*$) santan. Sampel dimalarkan pada suhu 27°C. Nilai sudut hue (θ) dan nilai kroma (c) dihitung.

ANALISIS KIMIA

Analisis proksimat Analisis proksimat yang dijalankan adalah analisis kandungan lembapan (AOAC 990.19 - kaedah jumlah pepejal dalam susu), lemak (AOAC 989.05 - kaedah kandungan lemak susu), protein (kaedah Kjeldahl), abu (AOAC 930.30 - kaedah jumlah abu dalam susu) dan karbohidrat (perbezaan jumlah). Jumlah tenaga dihitung dengan menjumlahkan faktor pendaraban jumlah protein dan karbohidrat dengan empat dan jumlah lemak dengan sembilan.

Analisis asid lemak bebas Analisis asid lemak bebas dijalankan mengikut kaedah PORIM yang diubah suai (Bahruddin et al. 2007). Peratusan asid lemak bebas di dalam sampel berdasarkan asid laurik dihitung.

Analisis pH Nilai pH sampel diukur dengan menggunakan meter pH yang telah dikalibrasi dengan penimbal, pH7.0 dan larutan berasid, pH4.0. Sebanyak 50 mL sampel dimalarkan pada suhu 27°C dalam rendaman air dan dimasukkan pencil meter pH untuk pengukuran pH.

Penilaian sensori Penilaian sensori dijalankan di dalam makmal sensori, UKM dengan 40 panel yang terdiri daripada pelbagai bangsa pelajar UKM yang berusia dalam lingkungan 19-25 tahun. Profil responden diperoleh melalui borang maklumat diri yang diisi oleh responden. Ujian hedonik tujuh titik dilakukan untuk mengetahui tahap kesukaan dan penerimaan pengguna terhadap sampel santan yang diuji. Atribut ujian sensori ini adalah warna, kelikatan, aroma kelapa, perisa asing (ketengikan), aroma keseluruhan dan penerimaan keseluruhan.

HASIL DAN PERBINCANGAN

PROFIL SEBATIAN MERUAP

Menurut Jangchud et al. (2007), kebanyakan sebatian aroma semula jadi daripada isi dan minyak kelapa terdiri daripada delta-lakton. Sebatian meruap yang dapat dikesan menggunakan GC-MS adalah seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 1, iaitu sebatian dengan kumpulan berfungsi delta-lakton, ester, keton, aldehid, alkena, alkana, alkohol dan asid karboksilik telah dikesan. Jika dibandingkan antara ketiga-tiga jenis santan, santan segar mempunyai bilangan sebatian meruap terbanyak, iaitu sebanyak tujuh sebatian meruap yang telah dikesan. Sebanyak empat dan lima sebatian meruap telah dikesan masing-masing dalam santan UHT dan santan serbuk.

Daripada segi kualitatif, santan segar mengandungi sebatian meruap dengan kumpulan berfungsi delta-lakton, ester, keton, aldehid dan asid karboksilik. Sebatian dengan kumpulan berfungsi delta-lakton, alkana dan asid karboksilik telah dikesan dalam santan UHT manakala dalam santan serbuk pula, sebatian dengan kumpulan berfungsi delta-lakton, alkena dan asid karboksilik telah dikesan.

Daripada segi kuantitatif pula, santan UHT mengandungi sebatian meruap dengan kumpulan berfungsi delta-lakton tertinggi, iaitu sebanyak 11.77 ppm. Santan segar dan santan serbuk masing-masing mengandungi kepekatan delta-lakton sebanyak 1.34 ppm dan 0.43 ppm. Santan segar mengandungi kandungan sebatian meruap dengan kumpulan berfungsi asid karboksilik yang tinggi, iaitu sebanyak 8.97 ppm manakala santan UHT dan santan serbuk masing-masing mengandungi 3.65 dan 1.24 ppm sebatian meruap dengan kumpulan berfungsi asid karboksilik.

Keadaan ini disebabkan oleh hidrolisis asid lemak oleh enzim lipase pada santan segar yang tidak diberi perlakuan haba, manakala santan UHT dan santan serbuk diberi perlakuan haba yang menyebabkan penyahsialan enzim lipase. Hidrolisis asid lemak menyebabkan peningkatan asid karboksilik dalam santan segar. Ini dibuktikan dengan analisis kandungan asid lemak bebas yang akan dibincangkan kemudian dengan santan segar mengandungi kandungan asid lemak bebas tertinggi dan santan serbuk mengandungi kandungan asid lemak bebas terendah.

JADUAL 1. Profil sebatian meruap yang dapat dikesan di dalam sampel santan segar, santan UHT dan santan serbuk menggunakan GC-MS

Nama sebatian	Kepekatan (ppm)			Kumpulan berfungsi	Ciri aroma*
	Santan segar	Santan UHT	Santan serbuk		
6-Etiltetrahydro-2H-piran-2-on	1.34	t.d.	0.43	Delta-lakton	Kelapa
Tetrahydro-6-metil-2H-piran-2-on	t.d.	2.37	t.d.	Delta-lakton	Kelapa
6-Butiltetrahydro-2H-piran-2-on	t.d.	9.40	t.d.	Delta-lakton	Kelapa
Etil tridekanoat	4.27	t.d.	t.d.	Ester	Buah-buahan
2,4-Dimetil-pentanoik asid metil ester	1.27	t.d.	t.d.	Ester	Buah-buahan
2-Heptanon	1.03	t.d.	t.d.	Keton	Keju
2-Metil-pentanal	1.58	t.d.	t.d.	Aldehid	Buah-buahan
1-Nonena	t.d.	t.d.	0.42	Alkena	~
3-Undekena	t.d.	t.d.	0.36	Alkena	~
2,4-Diisopropil-1,1-dimetilsikloheksana	t.d.	19.27	t.d.	Alkana	~
2-Viniloksi-etanol	2.43	t.d.	t.d.	Alkohol	Tumbuhan
Asid propandioik	8.97	t.d.	t.d.	Asid karboksilik	Cuka buah
Asid oksalasetik	t.d.	3.65	t.d.	Asid karboksilik	Cuka
Asid propil-propandioik	t.d.	t.d.	0.39	Asid karboksilik	Cuka buah
Asid oktanoik	t.d.	t.d.	0.85	Asid karboksilik	Keju

* Ciri aroma yang dikenal pasti merujuk kepada Wright (1992)

t.d. menunjukkan sebatian meruap yang tidak dapat dikesan

~ Ciri aroma tidak dapat dikenal pasti

CIRI FIZIKOKIMIA

Nilai kelikatan Dalam analisis kelikatan, dua aspek kelikatan telah dikaji, iaitu kelikatan tampak dan juga indeks tabiat aliran (n). Seperti yang tercatat dalam Jadual 2, kelikatan tampak bagi santan segar dan santan serbuk tidak mempunyai perbezaan yang bererti ($p > 0.05$), tetapi kedua-dua santan segar dan santan serbuk adalah berbeza secara bererti ($p < 0.05$) dengan santan UHT. Seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 1, didapati bahawa kelikatan tampak bagi ketiga-tiga jenis santan menurun dengan peningkatan kadar ricihan, iaitu dengan peningkatan rpm.

Menurut Simuang et al. (2004), santan merupakan sistem koloid yang mengandungi titisan minyak yang terserak dalam fasa air. Apabila daya ricihan dikenakan pada santan, partikel dalam santan menjadi tersusun dan selari dengan arah daya ricihan. Pada masa yang sama, akibat daya ricihan, partikel yang besar terurai dan menjadi partikel kecil. Penurunan rintangan daripada interaksi antara partikel memudahkan aliran partikel dalam sistem dan ini mengurangkan kelikatan.

Indeks tabiat aliran (n) merupakan satu indeks yang digunakan untuk menentukan sama ada sesuatu aliran itu adalah Newtonian atau bukan-Newtonian. Model Herschel-Bulkley menerangkan bahawa pada nilai $n=1.0$, tabiat aliran adalah bersifat Newtonian, manakala bagi nilai $n < 1.0$ atau $n > 1.0$, tabiat aliran adalah bersifat bukan-Newtonian. Sekiranya nilai $n < 1.0$, tabiat aliran adalah bersifat pseudoplastik atau *shear-thinning*, manakala bagi nilai $n > 1.0$, tabiat aliran adalah bersifat *shear-thickening* (Nielsen 2003).

Indeks tabiat aliran, n , dihitung menggunakan kecerunan graf log tork lawan log rpm seperti dalam Rajah 2. Nilai n yang tercatat dalam Jadual 2 menunjukkan bahawa tiada perbezaan nilai n yang bererti ($p > 0.05$) antara

santan segar dan santan UHT iaitu masing-masing pada 0.46 ± 0.05 dan 0.39 ± 0.04 . Santan serbuk pula didapati mempunyai perbezaan nilai n yang bererti ($p < 0.05$) dengan kedua-dua santan segar dan santan UHT, iaitu pada 0.04 ± 0.03 .

Nilai n yang diperoleh daripada ketiga-tiga sampel dalam kajian ini mempunyai nilai $n < 1.0$. Ini menunjukkan santan mempunyai tabiat aliran yang bersifat pseudoplastik atau penjarangan ricih. Keputusan ini adalah konsisten dengan kajian yang dilakukan oleh Seow dan Gwee (1997) serta Simuang et al. (2004). Ini bermakna, pada kadar ricihan yang rendah, santan mempunyai kelikatan yang lebih tinggi dan kelikatan santan akan menurun dengan peningkatan kadar ricihan (Peamprasart & Chiewchan 2006).

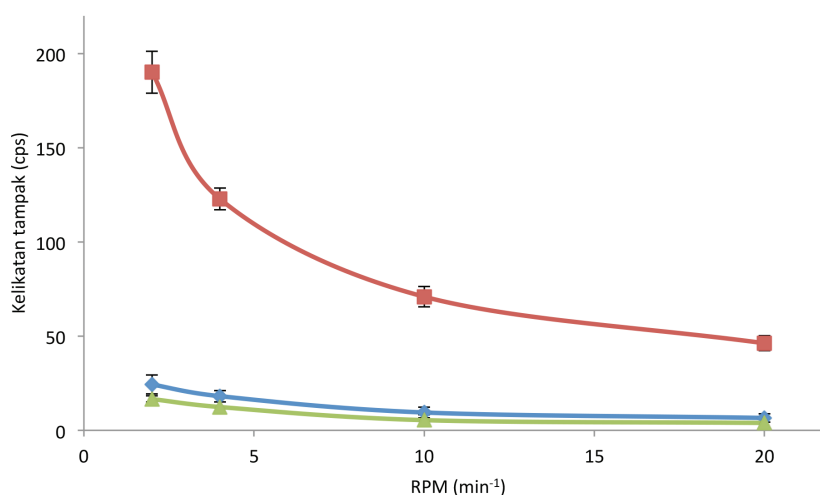
Nilai warna Hasil analisis warna adalah seperti yang tercatat dalam Jadual 2. Nilai L^* menunjukkan kecerahan warna, $+a^*$ dan $-a^*$ melambangkan darjah kemerahan dan darjah kehijauan masing-masing. Nilai $+b^*$ dan $-b^*$ menunjukkan darjah kekuningan dan darjah kebiruan. Nilai θ merupakan penunjuk warna dan nilai c merupakan darjah keamatan warna (Nielsen 2003).

Dalam kajian ini, nilai L^* bagi santan segar (78.77 ± 0.66) adalah berbeza secara bererti ($p < 0.05$) dengan santan UHT (82.85 ± 1.19) dan santan serbuk (82.10 ± 1.30). Ini menunjukkan santan UHT dan santan serbuk mempunyai kecerahan yang lebih tinggi berbanding dengan santan segar. Ini kerana santan UHT dan santan serbuk merupakan santan yang telah diproses dengan residu daripada kelapa telah ditapis. Santan segar pula tidak ditapis dan residu daripada kelapa terserak dalam santan segar, maka, ini menyebabkan kecerahan yang lebih rendah bagi santan segar.

JADUAL 2. Analisis fizikal bagi sampel santan segar, santan UHT dan santan serbuk ($n=3$)

Parameter	Santan segar	Santan UHT	Santan serbuk
Kelikatan tampak (cPs)	Gelindung 2	Gelindung 3	Gelindung 1
2 rpm	24.30 ± 5.01 ^b	190.13 ± 11.18 ^a	16.70 ± 1.61 ^b
4 rpm	18.13 ± 3.04 ^b	122.8 ± 5.72 ^a	12.37 ± 0.29 ^b
10 rpm	9.47 ± 2.82 ^b	70.93 ± 5.48 ^a	5.41 ± 2.87 ^b
20 rpm	6.59 ± 2.23 ^b	46.23 ± 3.93 ^a	3.95 ± 3.12 ^b
Indeks tabiat aliran, n (r^2)	0.46 ± 0.05 ^a 0.96	0.39 ± 0.04 ^a 0.99	0.04 ± 0.03 ^b 0.39
Warna			
L^*	78.77 ± 0.66 ^b	82.85 ± 1.19 ^a	82.10 ± 1.30 ^a
a^*	-1.22 ± 0.13 ^a	-2.04 ± 0.08 ^b	-2.54 ± 0.12 ^c
b^*	5.36 ± 0.20 ^a	3.61 ± 0.24 ^b	3.56 ± 0.19 ^b
Sudut Hue (θ)	102.85 ± 1.74 ^c	119.59 ± 2.25 ^b	125.58 ± 2.62 ^a
Kroma (c)	5.50 ± 0.17 ^a	4.15 ± 0.19 ^b	4.38 ± 0.11 ^b

^{a-c} Abjad yang berbeza pada baris yang sama menunjukkan perbezaan yang bererti pada $p < 0.05$



RAJAH 1. Graf kelikatan lawan RPM bagi sampel santan segar (—●—), santan UHT (—■—) dan santan serbuk (—▲—)

Nilai $-a^*$ yang melambangkan darjah kehijauan pula menunjukkan perbezaan yang bererti ($p < 0.05$) antara ketiga-tiga sampel santan segar, santan UHT dan santan serbuk, iaitu masing-masing pada nilai -1.22 ± 0.13 , -2.04 ± 0.08 dan -2.54 ± 0.12 . Ini menunjukkan santan serbuk mempunyai darjah kehijauan tertinggi, diikuti oleh santan UHT dan kemudiannya santan segar. Nilai $+b^*$ bagi sampel santan dalam kajian ini pula memberikan perbezaan yang bererti ($p < 0.05$) antara santan segar (5.36 ± 0.20) dengan santan UHT (3.61 ± 0.24) dan santan serbuk (3.56 ± 0.19). Santan UHT dan santan serbuk tidak menunjukkan perbezaan yang bererti ($p > 0.05$). Seperti yang dibincangkan di atas, santan segar yang tidak diproses mempunyai residu kelapa di dalamnya, menyebabkannya mempunyai darjah kekuningan yang lebih tinggi berbanding dengan santan UHT dan santan serbuk.

Nilai c yang merupakan darjah keamatan warna menunjukkan perbezaan yang bererti ($p < 0.05$) antara

santan segar (5.50 ± 0.17) dengan santan UHT (4.15 ± 0.19) dan santan serbuk (4.38 ± 0.11). Santan UHT dan santan serbuk tidak menunjukkan perbezaan yang bererti ($p > 0.05$). Ini bermakna santan segar mempunyai keamatan warna yang lebih tinggi berbanding dengan santan UHT dan santan serbuk.

Kandungan proksimat Hasil analisis proksimat adalah seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 3. Kesemua atribut analisis proksimat dan kandungan tenaga menunjukkan perbezaan yang bererti ($p < 0.05$) antara ketiga-tiga santan segar, santan UHT dan santan serbuk, kecuali bagi kandungan karbohidrat dan tiada perbezaan yang bererti ($p > 0.05$) antara santan segar dan santan UHT, manakala kedua-dua santan segar dan santan UHT adalah berbeza secara bererti ($p < 0.05$) dengan santan serbuk. Analisis kandungan lembapan menunjukkan bahawa santan serbuk mempunyai kandungan yang tertinggi pada $78.77 \pm 0.37\%$,

manakala santan UHT dan santan segar masing-masing mempunyai kandungan lembapan pada $74.79 \pm 1.24\%$ dan $67.39 \pm 0.91\%$.

Perbezaan dalam kandungan lembapan dalam ketiga-tiga sampel disebabkan oleh cara pengekstrakan dan penyediaan sampel. Santan serbuk mempunyai peratusan lembapan yang tertinggi kerana santan serbuk disediakan dengan melarutkan 50 g santan serbuk dengan 200 mL air suling. Penyediaan sampel dengan penambahan air ini menyebabkan kandungan lembapan yang tinggi dalam santan serbuk. Santan segar yang dihasilkan tanpa penambahan air semasa pengekstrakan menjadikannya sampel yang mempunyai kandungan lembapan yang terendah antara ketiga-tiga sampel. Seperti yang dibincangkan oleh Seow dan Gwee (1997), pengekstrakan santan secara industri dilakukan dengan penambahan air untuk memaksimumkan pengekstrakan santan daripada endosperma kelapa. Langkah ini meningkatkan kandungan lembapan dalam santan UHT jika dibandingkan dengan santan segar.

Santan segar mengandungi kandungan lemak, protein dan abu yang tertinggi, manakala santan serbuk mengandungi kandungan terendah bagi ketiga-tiga atribut tersebut. Kandungan lemak, protein dan abu yang berbeza antara sampel adalah disebabkan oleh kaedah pengekstrakan yang digunakan dalam penyediaan ketiga-tiga jenis santan. Santan segar yang digunakan diperah secara mekanikal tanpa penambahan air. Menurut Seow dan Gwee (1997), santan yang diekstrak secara industri kebiasaannya diekstrak sebanyak dua atau tiga kali dengan penambahan air setiap kali untuk memaksimumkan pengekstrakan santan daripada endosperma kelapa. Ini menyebabkan kandungan lemak, protein dan abu dalam santan UHT dan santan serbuk menjadi lebih rendah daripada santan segar kerana penambahan air mencairkan kandungannya dalam kedua-dua santan tersebut. Santan serbuk mempunyai kandungan lemak, protein dan abu terendah secara bererti ($p < 0.05$) kerana santan serbuk perlu dilarutkan dalam air suling pada nisbah 1:4 (santan serbuk: air suling). Langkah penambahan air ini meningkatkan kandungan air dalam santan serbuk dan menghasilkan larutan santan yang mempunyai pencairan yang tinggi. Keadaan ini mengurangkan peratusan kandungan lemak, protein dan abu di dalamnya.

Analisis kandungan karbohidrat menunjukkan santan serbuk mempunyai kandungan karbohidrat yang tertinggi kerana santan serbuk telah ditambah dengan bahan tambah seperti malto dekstrin, yang merupakan sejenis karbohidrat. Malto dekstrin digunakan untuk membantu proses penyemburan kering dan juga untuk menukarkan bahan tinggi lemak seperti santan kepada serbuk yang boleh mengalir dan pada masa yang sama, bersifat kohesif. Ciri ini boleh dicapai dengan enkapsulasi sebatian lemak dengan malto dekstrin (Seow & Gwee 1997). Maka, penambahan malto dekstrin dalam santan serbuk meningkatkan kandungan karbohidrat secara bererti ($p < 0.05$). Walaupun tiada perbezaan yang bererti ($p > 0.05$) antara santan segar dengan santan UHT, namun, kandungan karbohidrat santan UHT adalah lebih tinggi daripada santan segar. Ini berlaku kerana santan UHT ditambah dengan sedikit bahan tambah seperti gam guar, karagenan dan gam xanthan sebagai pengemulsi dan bahan pemekat untuk meningkatkan kekonsistenan santan UHT (Seow & Gwee 1997). Gam guar, karagenan dan gam xanthan merupakan karbohidrat, maka, menyumbang kepada peningkatan kandungan karbohidrat dalam santan UHT.

Santan segar mempunyai kandungan tenaga tertinggi, iaitu sebanyak 255.03 ± 11.26 kcal/100 g, manakala santan serbuk mempunyai kandungan tenaga terendah pada 142.67 ± 3.73 kcal/100 g. Santan UHT mempunyai kandungan tenaga sebanyak 189.23 ± 11.22 kcal/100 g. Keadaan ini kerana santan segar mengandungi kandungan lemak dan protein yang tertinggi, yang menyumbang kepada jumlah tenaga. Kandungan tenaga memberikan tenaga kepada badan untuk aktiviti seharian, sukan dan senaman (Murano 2003). Ini menunjukkan santan segar memberikan tenaga yang tertinggi, manakala santan serbuk memberikan tenaga yang terendah. Bergantung kepada keperluan harian, pengambilan santan haruslah diselaras kepada jenis diet yang sesuai supaya masalah seperti obesiti atau kekurangan berat badan boleh diatasi.

Kandungan asid lemak bebas Jadual 3 menunjukkan hasil analisis asid lemak bebas dalam ketiga-tiga sampel santan. Keputusan menunjukkan bahawa tiada perbezaan bererti kandungan asid lemak bebas antara sampel santan segar dengan santan UHT ($p > 0.05$), iaitu masing-masing sebanyak $1.30 \pm 0.05\%$ dan $1.25 \pm 0.22\%$. Sebaliknya, kedua-dua

JADUAL 3. Analisis kimia bagi sampel santan segar, santan UHT dan santan serbuk ($n=3$)

Parameter	Santan segar	Santan UHT	Santan serbuk
Lembapan (%)	67.39 ± 0.91^c	74.79 ± 1.24^b	78.77 ± 0.37^a
Lemak (%)	25.57 ± 1.56^a	18.27 ± 1.28^b	11.69 ± 0.52^c
Protein (%)	2.35 ± 0.17^a	1.79 ± 0.06^b	1.30 ± 0.06^c
Abu (%)	0.82 ± 0.03^a	0.74 ± 0.02^b	0.18 ± 0.03^c
Karbohidrat (%)	3.88 ± 0.63^b	4.41 ± 0.34^b	8.06 ± 0.41^a
Tenaga (kcal/100g)	255.03 ± 11.26^a	189.23 ± 11.22^b	142.67 ± 3.73^c
Asid lemak bebas (%)	1.30 ± 0.05^a	1.25 ± 0.22^a	0.43 ± 0.03^b
pH	6.16 ± 0.02^a	6.17 ± 0.04^a	5.90 ± 0.11^b

^{a-c} Abjad yang berbeza pada baris yang sama menunjukkan perbezaan yang bererti pada $p < 0.05$

sampel santan segar dan santan UHT mempunyai perbezaan kandungan asid lemak bebas yang bererti ($p < 0.05$) dengan santan serbuk, iaitu sebanyak $0.43 \pm 0.03\%$. Ini menunjukkan santan segar dan santan UHT mempunyai peratusan asid lemak bebas yang lebih tinggi berbanding dengan santan serbuk. Keadaan ini berlaku kerana proses hidrolisis lipid memerlukan kehadiran molekul air untuk pemisahan ikatan dalam sesuatu molekul (IUPAC 1997).

Pada masa yang sama, proses lipolisis dimangkin oleh enzim lipase yang juga memerlukan molekul air untuk tindak balas (Murano 2003). Sampel santan segar dan santan UHT adalah dalam bentuk cecair ketika dibeli, manakala santan serbuk adalah dalam bentuk serbuk (pepejal) yang kering semasa dibeli. Oleh itu, santan segar dan santan UHT yang mempunyai kandungan air yang lebih tinggi, mengalami proses lipolisis semasa penghasilan/pemprosesan, penyimpanan, pengagihan dan penjualan, maka, mempunyai kandungan asid lemak bebas yang lebih tinggi. Sebaliknya santan serbuk (dalam keadaan kering) yang mempunyai kandungan air yang amat rendah menyebabkan kurang tindak balas lipolisis, maka, kandungan asid lemak bebas yang lebih rendah.

Nilai pH Nilai pH yang diukur adalah seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 3. Nilai pH bagi santan segar dan santan UHT tidak mempunyai perbezaan yang bererti ($p > 0.05$), tetapi nilai pH bagi kedua-dua santan segar dan santan UHT mempunyai perbezaan yang bererti ($p < 0.05$) dengan santan serbuk. Nilai pH bagi santan segar dan santan UHT masing-masing adalah 6.16 ± 0.02 dan 6.17 ± 0.04 , manakala nilai pH bagi santan serbuk adalah lebih rendah, iaitu pada 5.90 ± 0.11 . Ini bermakna, santan serbuk adalah lebih berasid secara bererti ($p < 0.05$) berbanding dengan santan segar dan santan UHT.

Menurut Seow dan Gwee (1997), santan merupakan makanan berasid rendah dengan nilai pH sekitar 6.2. Santan serbuk mempunyai pH yang lebih rendah kerana terdapat penggunaan natrium kaseinat yang diterbit daripada kasein. Dipercayai bahawa natrium kaseinat yang digunakan adalah tidak tulen dan masih mengandungi sebatian kasein di dalamnya. Menurut Srinivasan et al. (2002), kasein adalah bersifat asid dan mempunyai titik isoelektrik pada

4.6. Pada pH melebihi 4.6, kasein terion dan membebaskan H^+ , maka merendahkan pH dalam santan serbuk.

PENILAIAN SENSORI

Profil responden Profil responden yang diambil kira dalam kajian ini adalah jantina, bangsa dan kebiasaan penggunaan santan. Jadual 4 menunjukkan profil responden yang berjumlah 40 orang. Responden adalah merupakan mahasiswa-mahasiswi Universiti Kebangsaan Malaysia.

Daripada 40 responden, 25% merupakan lelaki dan 75% merupakan perempuan. Profil responden daripada segi bangsa adalah seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 4 dengan 40% merupakan responden berbangsa Melayu, 50% responden berbangsa Cina dan 10% responden berbangsa India. Daripada 40 responden ini, didapati bahawa 90% mempunyai kebiasaan menggunakan santan di rumah berbanding 10% yang jarang menggunakan santan di rumah. Ini selari dengan kenyataan oleh Simuang et al. (2004) bahawa santan merupakan ramuan makanan yang penting di Asia dan Pasifik.

Penilaian sensori Jadual 5 menunjukkan keputusan ujian hedonik yang dijalankan pada ketiga-tiga sampel santan segar, santan UHT dan santan serbuk. Merujuk kepada Rajah 2, didapati bahawa santan segar mempunyai min skor darjah kesukaan tertinggi dalam aroma kelapa, perisa asing (ketengikan), aroma keseluruhan dan penerimaan keseluruhan. Santan UHT pula mempunyai min skor darjah kesukaan tertinggi daripada segi warna dan kelikatan. Santan serbuk pula memperoleh min skor darjah kesukaan terendah bagi semua atribut, kecuali bagi atribut warna dengan santan segar mendapat min skor darjah kesukaan terendah.

Daripada analisis warna yang telah dijalankan, didapati bahawa santan UHT mempunyai darjah kecerahan tertinggi manakala santan segar mempunyai darjah kecerahan terendah. Pada masa yang sama, santan segar mempunyai darjah kekuningan yang tertinggi berbanding dengan santan UHT dan santan serbuk. Ini menunjukkan pengguna lebih menggemari santan yang mempunyai warna yang lebih cerah dan putih, iaitu dalam kajian ini, santan UHT dan diikuti oleh santan serbuk.

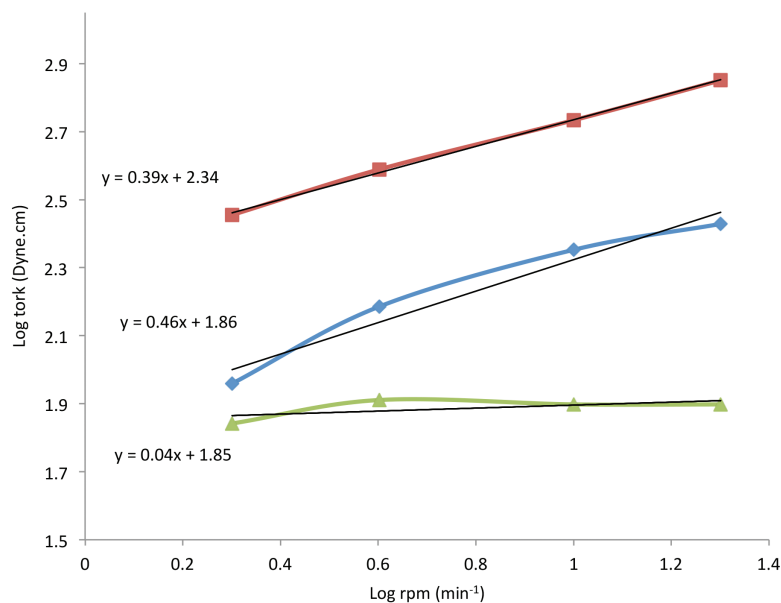
JADUAL 4. Profil responden kajian soal selidik ($n=40$)

Parameter	Frekuensi (n)	Peratusan (%)
Jantina		
Lelaki	10	25
Perempuan	30	75
Bangsa		
Melayu	16	40
Cina	20	50
India	4	10
Kebiasaan penggunaan santan		
Ya	36	90
Tidak	4	10

JADUAL 5. Min skor darjah kesukaan atribut bagi santan segar, santan UHT dan santan serbuk ($n=40$)

Atribut	Min skor		
	Santan segar	Santan UHT	Santan serbuk
Warna	4.78 ± 1.35 ^b	5.60 ± 1.24 ^a	5.15 ± 1.23 ^{ab}
Kelikatan	4.78 ± 1.19 ^a	5.28 ± 1.11 ^a	3.73 ± 1.26 ^b
Aroma kelapa	5.60 ± 1.03 ^a	4.90 ± 1.32 ^b	4.38 ± 1.23 ^b
Perisa asing (Ketengikan)	4.95 ± 1.43 ^a	4.73 ± 1.36 ^a	4.33 ± 1.54 ^a
Aroma keseluruhan	5.45 ± 1.18 ^a	5.08 ± 1.16 ^{ab}	4.60 ± 1.22 ^b
Penerimaan keseluruhan	5.35 ± 1.08 ^a	5.18 ± 1.01 ^a	4.30 ± 1.22 ^b

^{a-c} Abjad yang berbeza pada baris yang sama menunjukkan perbezaan yang bererti pada $p < 0.05$



RAJAH 2. Graf log tork lawan log rpm bagi sampel santan segar (—◆—), santan UHT (—■—) dan santan serbuk (—▲—)

Daripada analisis kelikatan yang telah dijalankan, santan UHT mempunyai kelikatan tertinggi dan santan serbuk mempunyai kelikatan terendah. Hasil penilaian darjah kesukaan kelikatan menunjukkan pengguna lebih gemar menggunakan santan yang mempunyai kelikatan yang lebih tinggi. Dalam analisis profil sebatian meruap antara ketiga-tiga sampel santan segar, santan UHT dan santan serbuk, didapati bahawa santan segar mempunyai tujuh sebatian meruap yang dikesan, manakala santan UHT dan santan serbuk masing-masing mempunyai empat dan lima sebatian meruap yang dikesan. Oleh itu, lebih ramai responden yang lebih menggemari aroma kelapa dalam santan segar, berbanding dengan santan UHT dan santan serbuk.

Dalam analisis asid lemak bebas yang telah dijalankan, didapati bahawa santan serbuk mempunyai kandungan asid lemak bebas terendah manakala santan segar mengandungi asid lemak bebas tertinggi. Walaupun kandungan asid lemak bebas dalam ketiga-tiga sampel mempunyai perbezaan, namun, kandungannya adalah amat rendah dan tidak dapat dibezakan oleh responden

dalam ujian hedonik ini. Penilaian aroma keseluruhan ini mengambil kira aroma kelapa dan perisa asing (ketengikan) yang terdapat dalam ketiga-tiga sampel. Daripada hasil penilaian ini, didapati bahawa santan segar adalah paling digemari, manakala santan serbuk adalah paling kurang digemari. Ini selari dengan penilaian darjah kesukaan aroma kelapa dan perisa asing (ketengikan) dengan aroma kelapa santan segar paling digemari dan tiada perbezaan bererti ($p > 0.05$) bagi min skor darjah kesukaan perisa asing (ketengikan).

Darjah penerimaan keseluruhan mengambil kira kesemua atribut yang dikaji, iaitu termasuk warna, kelikatan, aroma kelapa dan perisa asing (ketengikan). Berdasarkan Rajah 2, didapati bahawa kebanyakan atribut bagi santan segar dan santan UHT mempunyai min skor yang lebih tinggi berbanding dengan min skor santan serbuk. Hanya satu atribut min skor santan serbuk adalah lebih tinggi daripada min skor santan segar, iaitu darjah kesukaan warna. Oleh itu, penerimaan keseluruhan santan serbuk adalah paling rendah berbanding santan segar dan santan UHT.

KESIMPULAN

Daripada kajian ini, didapati bahawa santan segar mengandungi bilangan sebatian meruap tertinggi. Sebatian meruap utama dalam santan adalah delta-lakton dan didapati bahawa santan UHT mengandungi kepekatan sebatian delta-lakton yang tertinggi. Daripada segi kelikatan, santan UHT mempunyai kelikatan yang tertinggi. Warna santan UHT dan santan serbuk adalah lebih cerah dan putih berbanding santan segar. Daripada ketiga-tiga sampel yang dikaji, didapati bahawa santan segar mengandungi protein, lemak dan abu tertinggi. Santan serbuk pula mengandungi air dan karbohidrat tertinggi serta asid lemak bebas terendah. Penilaian sensori menunjukkan bahawa santan segar mempunyai penerimaan pengguna yang tertinggi daripada segi aroma kelapa, perisa asing, aroma keseluruhan dan penerimaan keseluruhan. Santan UHT pula mempunyai penerimaan pengguna tertinggi daripada segi warna dan kelikatan.

PENGHARGAAN

Setinggi-tinggi penghargaan kepada Pusat Pengajian Sains Kimia dan Teknologi Makanan, Fakulti Sains dan Teknologi, Universiti Kebangsaan Malaysia.

RUJUKAN

- Bahrudin, S., Cheng, W.L., Md Sariff, J., Boey, P.L., Abdussalam, S.M.A., Wan, T.W. & Muhammad Idris, S. 2007. Determination of free fatty acids in palm oil samples using non-aqueous flow injection titrimetric method. *Food Chemistry* 102: 1407-1414.
- Belewu, M.A. & Belewu, K.Y. 2007. Comparative physico-chemical evaluation of tiger-nut, soybean and coconut milk sources. *International Journal of Agriculture & Biology* 9(5): 785-787.
- IUPAC. 1997. *Compendium of Chemical Terminology*. 2nd ed. (the "Gold Book"). Oxford: Blackwell Scientific Publications. <http://goldbook.iupac.org>. Accessed on 5 April 2010.
- Jangchud, K., Puchakawimol, P. & Jangchud, A. 2007. Quality changes of burnt aromatic coconut during 28-day storage in different packages. *LWT - Food Science and Technology* 40: 1232-1239.
- Murano, P.S. 2003. *Understanding Food Science and Technology*. Belmont, CA: Thomson / Wadsworth.
- Narataruksa, P., Pichitvittayakarn, W., Heggs, P.J. & Tia, S. 2010. Fouling behavior of coconut milk at pasteurization temperatures. *Applied Thermal Engineering* 30: 1387-1395.
- Nielsen, S.S. 2003. *Food Analysis*. Ed. ke-3. New York: Kluwer Academic / Plenum Publishers.
- Peamprasart, T. & Chiewchan, N. 2006. Effect of fat content and preheat treatment on the apparent viscosity of coconut milk after homogenization. *Journal of Food Engineering* 77: 653-658.
- Seow, C.C. & Gwee, C.N. 1997. Coconut milk: Chemistry and technology. *International Journal of Food Science and Technology* 32(3): 189-201.
- Simuang, J., Chiewchan, N. & Tansakul, A. 2004. Effects of fat content and temperature on the apparent viscosity of coconut milk. *Journal of Food Engineering* 64: 193-197.
- Srinivasan, M., Singh, H. & Munro, P.A. 2002. Formation and stability of sodium caseinate emulsions: Influence of retorting (121°C for 15 min) before or after emulsification. *Food Hydrocolloids* 16: 153-160.
- Tansakul, A. & Chaisawang, P. 2006. Thermophysical properties of coconut milk. *Journal of Food Engineering* 73: 276-280.
- Tangsuphoom, N. & Coupland, J.N. 2008. Effect of surface-active stabilizers on the microstructure and stability of coconut milk emulsions. *Food Hydrocolloids* 22: 1233-1242.
- Wright, J. 1992. *Synthetic Flavouring Materials*. London: Bush Boake Allen.
- Pusat Pengajian Sains Kimia dan Teknologi Makanan
Fakulti Sains dan Teknologi
Universiti Kebangsaan Malaysia
43600 Bangi, Selangor
Malaysia
- *Pengarang untuk surat-menyurat; email: wawm@ukm.my
- Diserahkan: 28 Januari 2011
Diterima: 9 September 2013