

Peningkatan Kualiti Bebola Ayam dengan Penambahan Ekstrak Daun Selom (*Oenanthe javanica*), Mengkudu (*Morinda citrifolia*) dan Lemak Sawit Merah (Carotino[®])

(Quality Improvement of Chicken Ball by Adding Selom Leaves (*Oenanthe javanica*), Mengkudu (*Morinda citrifolia*) Extracts and Red Palm Fat (Carotino[®]))

ABDUL SALAM BABJI*, NOR HIDAYAH ISMAIL, KOMATE RAMMAYA & NOOR MAHYUNI NADZRI

ABSTRAK

Kajian telah dijalankan ke atas kualiti bebola ayam dengan penambahan ekstrak daun selom (*Oenanthe javanica*) dan mengkudu (*Morinda citrifolia*) serta lemak sawit merah (Carotino[®]). Selom dan mengkudu telah ditentukan kandungan polifenol jumlah (TPC), kuasa penurunan ferum dan aktiviti antioksidan masing-masing. Kaedah pengekstrakan air menunjukkan hasil yang baik dan stabil berbanding pengekstrakan metanol dan diaplikasikan ke dalam pemprosesan bebola ayam. Terdapat 5 pelakuan bebola ayam iaitu bebola ayam kawalan (C), bebola ayam ditambah ekstrak selom (T1), bebola ayam ditambah ekstrak selom dan lemak Carotino[®] (T2), bebola ayam ditambah ekstrak mengkudu (T3) dan bebola ayam ditambah lemak Carotino[®] (T4). Bebola ayam telah disimpan pada suhu 4°C selama 12 hari. Analisis dilakukan selang 4 hari untuk memerhatikan perubahan nilai asid tiobarbiturik (TBA) dan nilai peroksida (PV) pada bebola ayam. Didapati sampel T4 memberikan nilai keseluruhan TBA paling rendah diikuti dengan sampel T2, sampel T1, sampel kawalan (C) dan sampel T3. Manakala sampel T2 memberikan nilai peroksida keseluruhan paling rendah diikuti dengan sampel T4, sampel T1, sampel kawalan (C) dan akhir sekali sampel T3. Keberkesanan antioksidan menurun daripada: T2 > T4 > T1 > C > T3. Didapati ekstrak selom dan lemak Carotino[®] mampu bertindak sebagai antioksidan dalam merencatkan pengoksidaan lipid di dalam bebola ayam.

Kata kunci: Antioksidan; bebola ayam; daun selom; lemak sawit merah; mengkudu

ABSTRACT

A study was carried out on the quality improvement of chicken ball by adding extracts of selom leaves (*Oenanthe javanica*) and mengkudu fruit (*Morinda citrifolia*) with red palm fat (Carotino[®]). Both selom and mengkudu were analyzed for their total polyphenols, reducing power of Fe³⁺ and antioxidant activities. Water extraction gave good and stable result compared to methanol extraction and was used in chicken ball processing. Chicken ball was treated with 5 different treatments; control chicken ball (C); chicken ball with additional of selom extract (T1), chicken ball with additional of selom extract and Carotino[®] fat (T2), chicken ball with additional of mengkudu fruit extract (T3) and chicken ball with additional of Carotino[®] (T4). Chicken ball was stored at 4°C for 12 days. Analysis was carried out every 4 days to observe changes in thiobarbituric acid value (TBA) and peroxide value (PV) in chicken ball. Sample T4 gave the lowest TBA value followed by T2, T1, control and T3. Sample T2 showed the lowest PV followed by sample T4, T1, sample control and T3. Antioxidative effectiveness (AE) decreased respectively: T2 > T4 > T1 > C > T3. The additional of selom extract and Carotino[®] fat could act as antioxidants to inhibit lipids oxidation in chicken ball.

Keywords: Antioxidant; chicken ball; mengkudu fruit; red palm fat; selom leaves

PENGENALAN

Produk berasaskan daging sangat mudah rosak akibat proses pengoksidaan. Apabila pengoksidaan berlaku, nilai kualiti daging akan berkurangan dan menghasilkan bau dan rasa tengik. Ketengikan akan mengurangkan jangka hayat penyimpanan sesuatu produk (Akamittath et al. 1990). Dalam industri, masalah ini dapat diatasi dengan penambahan antioksidan. Biasanya antioksidan sintetik seperti hidrosianal terbutil (BHA), hidroksitoluena terbutil (BHT), butilhidrokuinon tertier (TBHQ) dan propil galat (PG) banyak digunakan berbanding antioksidan asli

yang kebanyakannya sukar diperoleh dan harganya yang mahal. Walau bagaimanapun, penambahan antioksidan sintetik ke dalam produk makanan hanya terhad kepada 200 ppm sahaja kerana masalah toksikologi dan perundangan (Peraturan Makanan 1985). Malaysia kaya dengan tumbuh-tumbuhan dan herba yang tinggi khasiatnya. Dalam kajian ini, daun selom (*Oenanthe javanica*) dan mengkudu (*Morinda citrifolia*) telah dipilih. Daun selom sememangnya terkenal sebagai ulam sama ada dimakan mentah atau dibuat kerabu. Manakala mengkudu telah dikenali sebagai tumbuhan

seribu guna kerana hampir kesemua bahagian pokok memberi khasiatnya tersendiri. Sebagai contoh, daunnya yang boleh mengubati demam dan sakit perut, buahnya yang boleh mengubati kelecuman dan sebagai syampu serta akarnya sebagai antihipertensif (Ayensu 1981; Muhammad & Mustafa 1994). Lemak sawit merupakan produk komoditi utama negara ini, menghasilkan lebih 62% jumlah eksport sawit dan 20.54% penggunaan lemak dunia pada tahun 1992 (Amiruddin 1993). Penggunaan lemak Carotino[®] yang mengandungi kolesterol dan asid lemak trans serta secara semula jadinya diperkaya dengan karotenoid, tokoferol dan tokotrienol boleh menghasilkan produk daging yang lebih selamat, bernutrien dan berkualiti tinggi (Babji et al. 2001). Kajian ini dijalankan dengan mengambil kira sumber asli daripada untuk tumbuh-tumbuhan tempatan yang kaya dengan aktiviti antioksidan untuk menggantikan antioksidan sintetik. Objektif utama kajian ini adalah mengkaji kesan penambahan ekstrak herba tempatan ekstrak daun selom (*Oenanthe javanica*), mengkudu (*Morinda citrifolia*) dan lemak sawit merah (Carotino[®]) ke atas kestabilan oksidatif produk bebola ayam.

BAHAN & KAEDAH

BAHAN

Daging dada ayam, air ais, protein terisolat (ISP), lemak (lemak ayam dan lemak Carotino[®]), kanji ubi kentang (PS), garam, natrium tripolifosfat (STPP), serbuk lada putih, serbuk bawang putih, perisa ayam (MC100) dan gula.

PENYEDIAAN SAMPEL BEBOLA AYAM

Bebola ayam disediakan dengan menggunakan bahan-bahan seperti di atas dengan peratusan yang ditetapkan oleh Dinding Poultry Sdn. Bhd. dengan sedikit pengubahsuaian. Maklumat tentang bahan dan peratusan ditunjukkan dalam Jadual 1.

JADUAL 1. Peratusan bahan untuk penyediaan bebola ayam

Bahan	Peratus (%)
Daging dada ayam	65.0
Air ais	13.7
Protein terisolat (ISP)	3.2
Lemak (lemak ayam @ lemak carotino [®])	10.0
Kanji ubi kentang (PS)	3.0
Garam	1.8
Tripolifosfat (STPP)	0.3
Serbuk lada putih	0.3
Serbuk bawang putih	0.3
Perisa ayam (MC100)	1.0
Gula	1.4
Jumlah	100

Sumber: Dinding Poultry Sdn Bhd dengan sedikit pengubahsuaian

Daging dada ayam tanpa kulit dan tulang, garam, natrium tripolifosfat dan MDCM dicincang dalam pencincang (Robot Coupe Blixer 6V, USA) selama 1 min. Hasil ekstrak herba terpilih kemudiannya dimasukkan ke dalam adunan tadi (kecuali untuk bebola ayam kawalan). Adunan dicincang selama 1 min. Kesemua bahan – bahan lain dicampurkan ke dalam adunan dan dicincang selama 1 min lagi. Bebola ayam yang dibentuk dimasakkan dalam air bersuhu 85°C selama 5 hingga 10 min. Bebola ayam disejukkan dalam air sejuk dan kemudian dibungkus secara vakum. Bebola ayam disimpan pada suhu 4-5°C dalam peti sejuk.

PENENTUAN NILAI ASID TIOBARBITURIK (TBA)

Nilai TBA ditentukan dengan menggunakan kaedah penyulingan (Tarladgis et al. 1960). Nilai penyerapan ketumpatan optik (OD) dibaca pada jarak gelombang 538 nm dengan spektrofotometer model JENWAY 6100 UV-VIS.

$$\text{Nilai TBA (md malonaldehid/kg sampel)} = \frac{\text{Nilai OD}}{\text{faktor 7.8}}$$

PENENTUAN NILAI PEROKSIDA (PV)

Kaedah AOAC (1990) telah digunakan bagi menentukan nilai PV. 5 g sampel lemak dicampurkan dengan 30 mL larutan campuran asid asetik glacial: kloroform (3:2) dan digoncangkan. 0.5 mL KI tepu dimasukkan dan digoncang selama 1 min. 30 mL air dimasukkan. Campuran dititrat dengan 0.01N Na₂S₂O₃ sehingga warna kuning hampir hilang. Larutan penunjuk 1% ditambahkan dan pentitratian diteruskan sehingga warna biru hilang.

Nilai peroksida ditentukan dengan menggunakan formula di bawah:

$$\text{Nilai peroksida} = \frac{\left(\frac{\text{isi padu titratan sampel} - \text{isi padu titratan kosong}}{\text{berat sampel}} \right) \times N \times 1000}{}$$

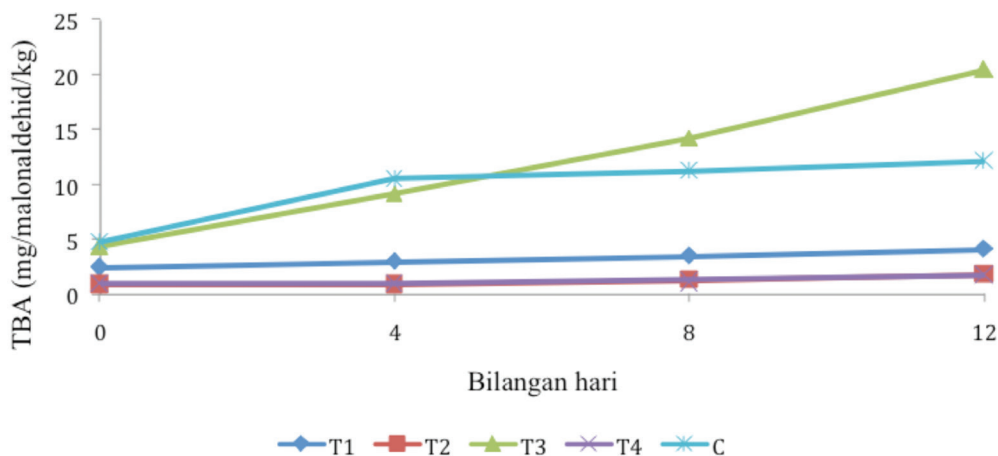
dengan nilai N = normaliti larutan Na₂S₂O₃

Apabila nilai PV diperoleh, peratus keberkesanan antioksidan (AE) dikira menggunakan formula (Adegoke & Krishna 1998) berikut:

$$\text{AE} = \frac{\text{PV(sampel ujian)} - \text{PV(kawalan)} \times 100}{\text{PV kawalan}}$$

UJIAN KUASA PENURUNAN FE³⁺

Ujian ini menggunakan kaedah Oyaizu (1986) untuk menentukan peranan antioksidan sebagai agen penurunan. Penyerapan OD dibaca pada 725 nm menggunakan spektrofotometer (Model JENWAY 6100). Ekstrak antioksidan yang telah digunakan sebanyak 6.4 mg (400 ppm), 9.6 mg (600 ppm), 12.8 mg (800 ppm), 16.0 mg (1000 ppm) dan 19.2 mg (1200 ppm). Antioksidan dengan kepekatan optimum yang ditentukan dalam ujian ini akan diaplikasikan ke dalam produk bebola ayam.



RAJAH 1. Nilai TBA bagi lima jenis sampel bebola ayam dengan formulasi T1, T2, T3, T4 dan C
 T1= Bebola ayam + ekstrak selom T2= Bebola ayam + ekstrak selom + lemak Carotino®
 T3= Bebola ayam + ekstrak mengkudu T4 = Bebola ayam + lemak Carotino®
 C= Bebola ayam kawalan

PENENTUAN KANDUNGAN POLIFENOL JUMLAH (TPC)

Kandungan jumlah sebatian fenolik ditentukan melalui kaedah Folin – Ciocalteu yang telah diubah suai oleh Singleton dan Rossi (1965). Kandungan sebatian fenolik ditentukan kerana ia berkaitan dengan aktiviti antioksidan (Shahidi et al. 1992) serta dapat bertindak sebagai anti karsinogenik dan mencegah penyakit koronari (Chen & Ahn 1998).

HASIL DAN PERBINCANGAN

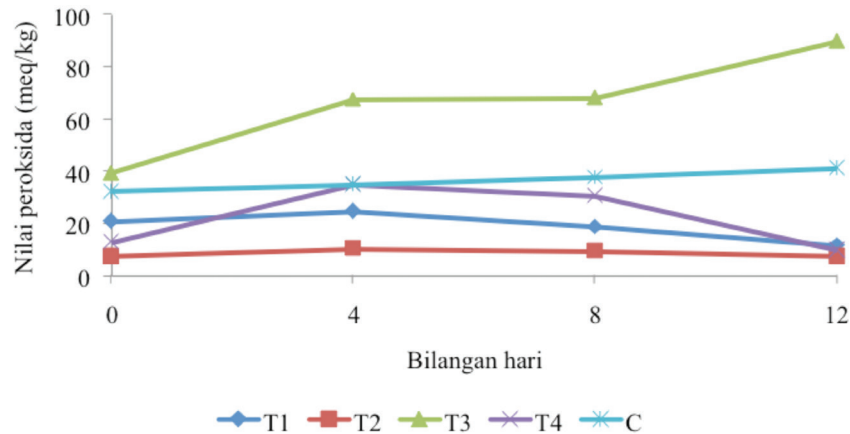
NILAI ASID TIOBARBITURIK (TBA)

Kesan kestabilan oksidatif dengan penambahan ekstrak daun selom (*Oenanthe javanica*) dan mengkudu (*Morinda citrifolia*) serta lemak sawit merah (Carotino®) dapat dilihat berdasarkan Rajah 1 selama 12 hari penyimpanan pada suhu 4°C. Sampel T2 menunjukkan bacaan cerapan yang terendah sepanjang masa penyimpanan. Sebaliknya, sampel T3 menunjukkan peningkatan tertinggi nilai TBA secara signifikan ($p < 0.05$) pada akhir masa penyimpanan. Mengkudu mempunyai aktiviti antioksidan paling rendah dan menunjukkan perbezaan signifikan. Mengkudu bertindak sebagai prooksidan serta tidak begitu berkesan untuk menyekat penghasilan malonaldehid (MDA) semasa penyimpanan selama 12 hari pada suhu 4°C. Berbeza dengan campuran daun selom dan lemak Carotino® yang mempunyai daya perencatan yang tinggi terhadap pengoksidaan lipid. Tambahan pula lemak Carotino® mengandungi karotenoid, tokoferol dan tokotrienol yang berfungsi untuk mencegah autopengoksidaan lipid. Produk daging yang ditambah dengan lemak sawit dan lemak sawit merah mempunyai nilai asid thiobarbiturik yang rendah selepas penyimpanan disebabkan kandungan antioksidan yang tinggi (Babji et al. 2001). Penambahan bahan antioksidan menghasilkan keaktifan lebih kuat ke atas antioksidan individu yang memberi kesan sinergi.

Kesan sinergi akan menguatkan aktiviti antioksidan serta memanjangkan hayat antioksidan primer (Jadhav 1996). Campuran ekstrak tumbuhan herba terbukti lebih mempunyai faedah seperti antioksidan berbanding dengan satu ekstrak tumbuhan sahaja (Kwon et al. 2006).

NILAI PEROKSIDA (PV)

Rajah 2 menunjukkan nilai peroksida bagi 5 jenis sampel termasuk sampel kawalan bagi tempoh penyimpanan selama 12 hari pada suhu 4°C. Nilai peroksida bagi sampel T3 meningkat dengan kadar yang lebih cepat berbanding dengan sampel yang lain. Nilai peroksida bagi kesemua sampel mula menurun selepas hari ke-8 kecuali bagi sampel T3. Terdapat perbezaan signifikan ($p < 0.05$) pada hari ke-8 bagi kesemua sampel. Tren yang biasa adalah peningkatan nilai peroksida sehingga maksimum dan menurun apabila peroksida mengurai menjadi produk yang lain. Penurunan nilai peroksida adalah disebabkan penguraian hidroperoksida dalam produk pengoksidaan sekunder (Boselli et al. 2005). Kesan penambahan buah mengkudu merangsang proses pengoksidaan dengan meningkatkan nilai peroksida secara signifikan ($p < 0.05$) selama tempoh penyimpanan. Kajian oleh Fukumoto dan Mazza (2000) juga mendapati bahawa bahan antioksidan mungkin menjadi prooksidan dalam keadaan tertentu seperti mengkudu. Secara keseluruhannya, sampel T2 mempunyai nilai peroksida yang terendah dan menunjukkan perbezaan secara signifikan ($p < 0.05$) selama tempoh penyimpanan. Dengan penambahan ekstrak daun selom dan lemak Carotino® dapat merencatkan proses pengoksidaan secara signifikan semasa penyimpanan pada suhu 4°C selama 12 hari. Menurut Vimala et al. (1998) daun selom mempunyai aktiviti antioksidan yang tinggi iaitu 99.9% perencatan terhadap autopengoksidaan asid linoleik dan 91.2% kemampuan menghapuskan radikal bebas yang terhasil daripada metabolisma sel badan.



RAJAH 2. Nilai peroksida (PV) bagi lima jenis sampel bebola ayam dengan formulasi T1, T2, T3, T4 dan C
 T1= Bebola ayam + ekstrak selom T2= Bebola ayam + ekstrak selom + lemak Carotino ®
 T3= Bebola ayam + ekstrak mengkudu T4 = Bebola ayam + lemak Carotino ®
 C= Bebola ayam kawalan

KANDUNGAN POLIFENOL JUMLAH (TPC)

Jadual 2 menunjukkan sampel selom-ekstrak air mempunyai kandungan polifenol jumlah yang tertinggi iaitu 0.1877 mg/g diikuti dengan selom-ekstrak metanol (0.1732 mg/g), mengkudu-ekstrak metanol (0.0042 mg/g) dan mengkudu-ekstrak air (0.0052 mg/g). TPC dalam selom-ekstrak metanol mempunyai perbezaan signifikan ($p < 0.05$) dengan sampel selom-ekstrak air. Metanol dapat mengekstrak kandungan fenolik dalam selom dengan lebih berkesan berbanding pengekstrakan air. Ini menyamai kajian oleh Mohd. Zain (2003) yang melaporkan bahawa hasil pengekstrakan menggunakan metanol lebih tinggi jika dibandingkan dengan air, petroleum eter dan etil asetat. Ini bermakna pelarut polar dan tidak polar mempengaruhi kandungan polifenol jumlah dalam daun selom dan mengkudu. Menurut Yen dan Duh (1995), kandungan polifenol jumlah yang melebihi 0.1671 mg/g sampel menunjukkan aktiviti antioksidan yang kuat. Jadual 2 menunjukkan kandungan polifenol jumlah bagi ekstrak daun selom melebihi jumlah yang disarankan Yen dan Duh (1995) dan ini menunjukkan aktiviti antioksidan yang kuat dalam ekstrak daun selom. Kandungan polifenol jumlah ekstrak mengkudu adalah rendah dan ini menunjukkan aktiviti antioksidan tidak begitu kuat jika dibandingkan dengan daun selom. Sebatian fenolik mempunyai aktiviti antioksidan berupaya menghapuskan radikal bebas dan merencat pengoksidaan lipid (Vimala et al. 1998). Dalam

kajian Kwon et al. (2006), daun selom berpotensi untuk menjadi antioksidan yang tinggi jika dibandingkan dengan daun herba yang lain.

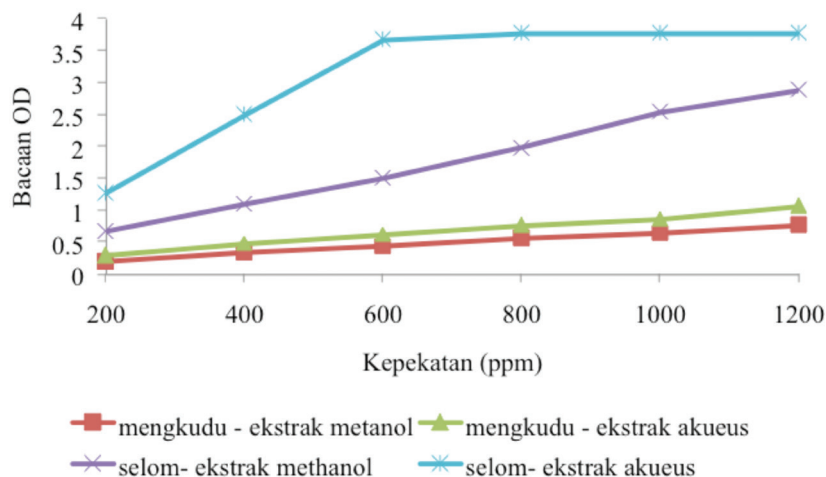
UJIAN KUASA PENURUNAN Fe^{3+}

Pada kepekatan 200 ppm, BHA mempunyai nilai OD tertinggi (1.719) diikuti selom ekstrak air (1.279), selom methanol (0.679), mengkudu ekstrak air (0.3), BHT (0.257) dan mengkudu ekstrak methanol (0.206). Perbandingan ini dilakukan kerana antioksidan sintetik adalah terhad kepada 200 ppm sahaja. Walau bagaimanapun, penambahan antioksidan asli tidak terhad dan tidak memberi ketosikan dalam makanan. Rajah 3 menunjukkan, pengekstrakan menggunakan air adalah lebih baik berbanding pengekstrakan menggunakan metanol. Kuasa penurunan Fe^{3+} adalah lebih kuat pada kepekatan 600 ppm untuk sampel pengekstrakan air selom. Bagi sampel lain, kekuatan antioksidan semakin meningkat daripada 200 kepada 1200 ppm. Keputusan ini menyamai kajian oleh Huda-Faujan et al. (2007) yang menyatakan peningkatan kepekatan hasil pengekstrakan herba telah meningkatkan kuasa penurunan Fe^{3+} . Mengkudu mempunyai kuasa penurunan yang rendah jika dibandingkan dengan ekstrak daun selom. Ini bermakna ekstrak daun selom mempunyai aktiviti antioksidan yang lebih baik bending mengkudu. Menurut Pulido et al. (2000) ujian kuasa penurunan Fe^{3+}

JADUAL 2. Purata kandungan polifenol jumlah (mg/g) bagi empat sampel

Kepekatan/Sampel	Purata bacaan OD pada 725 Nm	Kandungan polifenol jumlah (Mg/G)
Mengkudu - ekstrak metanol	0.114 ^c	0.0052 ^c
Mengkudu - ekstrak akueus	0.092 ^c	0.0042 ^c
Selom- ekstrak methanol	0.381 ^b	0.1732 ^b
Selom- ekstrak akueus	0.413 ^a	0.1877 ^a

a-c: abjad yang sama pada lajur yang sama tidak menunjukkan perbezaan signifikan ($p < 0.05$)



RAJAH 3. Graf kuasa penurunan Fe^{3+} bagi enam jenis kepekatan yang berlainan

adalah penting untuk mengesahkan sifat antioksidan dalam sebatian fenolik yang berupaya menyingkirkan radikal bebas. Aktiviti antioksidan berkadar langsung dengan kuasa penurunan dengan semakin tinggi kuasa penurunan maka semakin tinggi aktiviti antioksidan (Duh & Yen 1997).

KESIMPULAN

Penambahan ekstrak daun selom dan lemak Carotino[®] dalam bebola ayam lebih berpotensi sebagai agen penurunan yang lebih kuat. Ekstrak daun selom dan lemak Carotino[®] dapat melambatkan proses pengoksidaan semasa penyimpanan selama 12 hari pada suhu 4°C. Oleh itu, kualiti hayat penyimpanan dapat ditingkatkan berbanding dengan ekstrak mengkudu yang bertindak sebagai prooksidan.

PENGHARGAAN

Dalam kajian ini, kandungan lemak sawit dibekalkan oleh Carotino Sdn Bhd dan sumber kewangan dibiayai oleh Kementerian Pelajaran Malaysia melalui geran ERGS/1/2012/STWN03/UKM/01/1.

RUJUKAN

- Adegoke, G.O. & Krishna, A.G.G. 1998. Extraction and identification of antioxidants from the spice Aframomum danielli. *Journal of the American Oil Chemists' Society* 75: 1047-1052.
- Akkamittah, J.G., Brekke, C.J. & Schanus, E.G. 1990. Lipid peroxidation and color stability in restructured meat systems during frozen storage. *Journal of Food Science* 55: 1513-1517.
- Akta Makanan 1983 dan Peraturan Makanan 1985. *Undang-undang Malaysia, Akta 281*. Edisi ke-9. Kuala Lumpur: MD. MPOBC Publishers Printers Sdn Bhd.
- Amiruddin, N. 1993. *Utilization & Techno Economic Advantages of Malaysian Palm Oil. Selected Readings on the Palm Oil*

- & Its Uses. Palm Oil Familiarisation Programme. PORIM Malaysia. pp. 46-55.
- AOAC. 1990. *Official Methods of Analysis*. 15th Ed. Washington, D.C: Association of Official Analytical Chemist.
- Ayenu, E.S. 1981. *Medicinal Plants of the West Indies (Medicinal Plants of the World)*. Reference Publication.
- Babji, A.S., Wan Rosli, W.I., Alina, A.R., Tan, S.S., Mohd. Suria Affandi, Y. & Foo, S.P. 2001. Utilization of palm based fats as animal fat analogues in improving the nutritional quality of meat product. Dlm *Cutting-edge technologies for sustained competitiveness: Proceedings of the 2001 PIPOC International Palm Oil Congress, Agriculture Conference*. Kuala Lumpur, Malaysia, 20-22 August.
- Boselli, E., Caboni, M.F., Rodriguez-Estrada, M.T., Toschi, T.G., Daniel, M. & Lercker, G. 2005. Photooxidation of cholesterol and lipids of turkey meat during storage under commercial retail conditions. *Food Chemistry* 91: 705-713.
- Chen, X. & Ahn, D.U. 1998. Antioxidant activities of six natural phenolics against lipid oxidation induced by Fe^{2+} or ultraviolet light. *Journal of the American Oil Chemists' Society* 75: 1717-1721.
- Duh, P.D. & Yen, G.C. 1997. Antioxidant efficacy of methanolic extracts of peanut hulls in soybean and peanut oils. *Journal of the American Oil Chemists' Society* 74: 745-748.
- Fukumoto, L.R. & Mazza, G. 2000. Assessing antioxidant and prooxidant activities of phenolic compound. *Journal of Agriculture Food Chemistry* 48: 3597-3604.
- Huda-Faujan, N., Norihan, A., Norrakiah, A.S. & Babji, A.S. 2007. Antioxidative activities of water extracts of some Malaysian herbs. *ASEAN Food J.* 14: 61-68.
- Jadhav, S.J., Nimbalkar, S.S., Kulkarni, A.D. & Madhavi, D.L. 1996. Lipid oxidation in biological and food systems. Dlm *Food Antioxidants*, disunting oleh Madhavi, D.L., Deshpande, S.S. & Salunke, D.K. New York: Dekker. pp. 5-63.
- Kwon, D., Yoon, S., Carter, O., Bailey, G.S. & Dashwood, R.H. 2006. Antioxidant and antigenotoxic activities of *Angelica keiskei*, *Oenanthe javanica* and *Brassica oleracea* in the Salmonella mutagenicity assay and in HCT116 human colon cancer cells. *Natural Institute of Health Public Access* 26(4): 231-244.
- Mohd Zin, Zamzahaila. 2003. Antioxidative activities and isolation of phenolic compounds from the root, fruit and leaf

- of mengkudu (*Morinda citrifolia* L.). Tesis sarjana, Universiti Putra Malaysia (UPM) (tidak diterbitkan).
- Muhammad Zakaria & Mustafa Ali Mohd. 1994. *Traditional Malay Medical Plants*. Kuala Lumpur: Penerbit Fajar Bakti Sdn. Bhd.
- Oyaizu, M. 1986. Studies on products of browning reaction prepared from glucosamine. *Journal of Nutrition* 44: 307-315.
- Pulido, R., Bravo, L. & Saura-Calixto, F. 2000. Antioxidant activity of dietary polyphenols as determined by a modified ferric reducing/antioxidant power assay. *Journal of Agriculture Food Chemistry* 48: 3396-3402.
- Shahidi, F., Janitha, P.K. & Wanasundra, P.D. 1992. Phenolic antioxidants. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 32(1): 67-103.
- Singleton, V.L. & Rossi, J.A. Jr. 1965. The Folin-Ciocalteu Method. Dlm *Methods in Ecology: Analysis of Phenolic Plant Metabolites*, edited by Waterman, P.G. & Mole, S. 1994. New York: Blackwell Scientific Publications.
- Tarladgis, B.G., Watts, B.M., Younathan, M.T. & Dugan, L. Jr. 1960. A distillation method for quantitative determination of malonaldehyde in rancid foods. *Journal of the American Oil Chemists' Society* 37: 44-48.
- Vimala Subramaniam, Mohd Ilham Adenan & Abdull Rashih Ahmad. 1998. *Antioxidant Activity in Malaysian Ulam*. Kepong: Medicinal plants division, Forest Research Institute Malaysia (FRIM).
- Yen, G.C. & Duh, P.D. 1995. Antioxidant activity of methanolic extracts of peanuts hulls from various cultivars. *Journal of the American Oil Chemists' Society* 72: 1065-1066.

Pusat Pengajian Sains Kimia & Teknologi Makanan
Fakulti Sains dan Teknologi
Universiti Kebangsaan Malaysia
43600 Bangi, Selangor
Malaysia

*Pengarang untuk surat-menyurat; email: daging@ukm.edu.my

Diserahkan: 22 Februari 2013

Diterima: 7 Februari 2014