

CIRI-CIRI FIZIKOKIMIA, AKTIVITI ANTIOKSIDA DAN INDEKS GLISEMIK PRODUK MINUMAN BERASASKAN BUAH-BUAHAN YANG DISEBUTKAN DALAM AL-QURAN

NORLIDA MAT DAUD*, NURUL HIDAYAH ABDUL RAZAK dan NURUL HUDA NGADIMEN

*Pusat Bioteknologi dan Makanan Berfungsi, Fakulti Sains dan Teknologi,
Universiti Kebangsaan Malaysia, 43600 UKM Bangi, Selangor, Malaysia*

**E-mel: norlida.daud@ukm.edu.my*

Accepted 8 May 2019, Published online 31 May 2019

ABSTRAK

Sejak akhir-akhir ini, trend pengambilan produk makanan berasaskan buah-buahan yang disebutkan dalam al-Quran (PMBQ) semakin meningkat dalam kalangan Muslim Malaysia. Produk-produk makanan ini didakwa mempunyai kesan yang baik untuk kesihatan seperti buah-buahan sebenar. Walaubagaimanapun, bukti saintifik yang menyokong dakwaan ini amat berkurangan. Kajian ini dijalankan untuk menentukan ciri-ciri fizikokimia, aktiviti antioksidan dan indeks glisemik (IG) lima produk jus campuran PMBQ tempatan. Sampel dianalisis untuk pH, warna, kelikatan, jumlah pepejal larut dan asid askorbik. Aktiviti antioksidan ditentukan menggunakan asai 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil and kuasa antioksidan penurunan ferik. Jumlah kandungan fenolik (JKF) juga diukur. IG ditentukan menggunakan kaedah pencucukan jari. Keputusan menunjukkan bahawa produk kajian mempunyai pH, warna dan kelikatan yang boleh diterima. Walaubagaimanapun, aktiviti antioksidan dan JKF produk adalah rendah berbanding dengan jus buah-buahan segar. Hanya Produk C mempunyai IG yang rendah (45.4) manakala produk lain mempunyai nilai IG yang tinggi (>70). Kesimpulannya, produk kajian mempunyai ciri-ciri fizikokimia yang baik. Namun begitu, kualiti pemakanannya tidak sama seperti buah-buahan sebenar, yang mungkin dipengaruhi oleh pemprosesan makanan. Individu terutamanya pesakit diabetes dinasihatkan untuk berhati-hati dengan produk-produk seperti ini kerana ia boleh meningkatkan paras glukosa darah. Sebaliknya, pengambilan buah-buahan asli adalah pilihan yang lebih baik dalam pengawalan kesihatan.

Kata kunci: Ciri-ciri fizikokimia, aktiviti antioksidan, paras glukosa darah, indeks glisemik

ABSTRACT

Recently, the trend toward consumption of products based on fruits mentioned in the Quran (PFMQ) has risen among Malaysian Muslims. These products are claimed to have beneficial effects on health similar to the actual fruits. However, there is a lack of scientific evidence to support the claims. This study determined the physicochemical properties (pH, total soluble solids (TSS), viscosity and ascorbic acid), total phenolic content (TPC), antioxidant activities and glycemic index (GI) of five local PFMQ mixed juices. The antioxidant activities were determined using 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl and ferric reducing antioxidant power assays. GI was determined using the finger prick method. The results showed that the physicochemical properties of the products were within an acceptable range of similar products in the market. However, TPC and the antioxidant activities of the products were comparably low than the freshly prepared fruit juice. Only Product C had low GI (45.4) while other products had high GI values (>70). In conclusion, although the tested products have acceptable physicochemical properties, the nutritional qualities are not the same as real fruits, which may be influenced by food processing. Individuals particularly diabetes patients are advised to be cautious with such products as it may increase blood glucose levels. In contrast, natural and fresh fruits are a better option in maintaining health.

Key words: Physicochemical properties, antioxidant activities, blood glucose levels, glycemic index

* To whom correspondence should be addressed.

PENGENALAN

Umum telah mengetahui bahawa buah-buahan merupakan salah satu daripada komponen diet yang sihat. Buah-buahan membekalkan pelbagai nutrien perlu terutamanya vitamin, mineral, fitokimia dan serabut diet. Pengambilan buah-buahan dikaitkan dengan pelbagai faedah kesihatan termasuk penurunan risiko sindrom metabolik, penyakit kardiovaskular, hipertensi dan obesiti (Hong *et al.*, 2012; Slavin & Lloyd, 2012). Dalam Islam, kepentingan buah-buahan dalam kesihatan telah didokumen dan dibincangkan dalam Al-Quran lebih daripada 1400 tahun dahulu. Selain disebutkan secara umum, enam buah-buahan yang disebutkan secara khusus dalam al-Quran adalah kurma, anggur, zaitun, delima, tiin dan pisang, yang masing-masing disebutkan sebanyak 21 kali (kurma), 14 kali (anggur), tujuh kali (zaitun), tiga kali (delima) dan satu kali (tiin dan pisang).

Kedudukan istimewa buah-buahan ini dalam Al-Quran telah menyebabkan ramai pengusaha makanan tempatan membangunkan pelbagai jenis produk makanan dalam bentuk suplemen, kordial, sirap dan minuman. Selain daripada ekstrak individu, ianya juga dibangunkan sebagai campuran beberapa jenis ekstrak buah-buahan. Ini mungkin berasaskan andaian bahawa penggabungan beberapa jenis buah-buahan dalam satu produk makanan akan memberikan kesan yang lebih baik kepada kesihatan berbanding menggunakan satu jenis buah. Selain itu, ada juga produk makanan yang menambahkan makanan atau tumbuhan lain sama ada yang disebutkan dalam al-Quran dan hadis seperti madu dan saffron atau yang tidak disebutkan dalam Al-Quran dan hadis seperti ginkgo biloba dan kranberi. Strategi ini digunakan untuk menarik lebih ramai pengguna membeli produk yang dipasarkan memandangkan kebanyakan pengguna sekarang mempunyai kesedaran penjagaan pemakanan yang tinggi dan tidak kisah berbelanja lebih untuk membeli makanan tambahan (Bowman, 2005). Tambahan lagi, sebagai seorang yang beragama Islam, seseorang individu cuba untuk mengamalkan cara pemakanan yang diajar oleh Al-Quran, yang menyebabkan mereka menerima produk-produk sebegini tanpa memeriksa kesahihan kandungan pemakanannya dengan lebih terperinci.

Pengusaha mendakwa produk-produk sebegini mempunyai faedah pemakanan yang bersamaan dengan buah-buahan sebenar seperti menurunkan tahap glukosa darah, meningkatkan sistem keimunan badan dan membekalkan tenaga. Walau bagaimanapun, kesan sebenar pengambilan produk-produk ini mungkin berbeza kerana ianya telah melalui pemprosesan dan rawatan haba, yang mungkin telah menurunkan kandungan nutrien

asalnya. Sebagai contoh, 100 g buah kurma mengandungi 71.5 g karbohidrat, 2.5 g protein dan 296 kkal tenaga manakala minuman kurma (100 g) hanya mengandungi 17.0 g karbohidrat, 0.3 g protein dan 69 kkal tenaga (Nur Farah *et al.*, 2012). Tambahan lagi, makanan diproses juga berpotensi untuk mempunyai gula dan bahan tambah seperti garam yang tinggi, yang digunakan untuk mengawet dan memanjangkan jangka hayat produk tersebut.

Walaupun bagaimanapun, kajian Dewanto *et al.* (2002) menunjukkan hasil yang sebaliknya di mana makanan yang melalui rawatan haba, seperti buah-buahan didapati mempunyai komponen bioaktif dan aktiviti biologi yang lebih tinggi daripada yang sebaliknya. Keputusan ini disokong oleh Kim *et al.* (2008) yang menunjukkan buah-buahan seperti tomato, tembikai susu, tembikai, pisang dan epal yang melalui 2 jam pelbagai rawatan haba (110°C, 120°C, 130°C, 140°C dan 150°C) mempunyai aktiviti antioksidan yang lebih tinggi daripada yang tidak melaluinya. Namun, kedua-dua sampel kajian tersebut adalah buah-buahan semulajadi, bukan produk yang dihasilkan melalui pemprosesan makanan.

Nilai indeks glisemik (IG) antara buah-buahan semulajadi dan produk buah-buahan yang diproses juga menunjukkan perbezaan. Kajian oleh Wolever *et al.* (1993) menunjukkan jus campuran buah-buahan mempunyai nilai IG yang tinggi (79.0 ± 5.0) berbanding IG buah-buahan seperti epal (36.0 ± 2.0), oren (43.0 ± 3.0), nenas (59.0 ± 8.0) dan mangga (51.0 ± 5.0). Ini menunjukkan pemprosesan boleh mempengaruhi nilai IG. Selain daripada faktor penambahan gula ringkas bagi tujuan pengawetan produk, Bull *et al.* (2004) melaporkan penggunaan tekanan dan suhu yang tinggi semasa pemprosesan jus oren boleh mengurangkan enzim pektin metilesterase secara signifikan, menyebabkan peningkatan kandungan sukrosa, yang seterusnya akan menyumbang kepada peningkatan nilai IG.

Walaupun terdapat keraguan kandungan pemakanan produk-produk seperti ini, ia masih mendapat sambutan yang tinggi dalam kalangan pengguna di Malaysia. Secara realitinya, orang ramai patut menyedari bahawa tidak semua produk makanan boleh mendatangkan faedah kepada kesihatan mereka, malah dalam sesetengah kes, ianya boleh mendedahkan mereka kepada pengambilan nutrien yang berlebihan, seperti gula yang boleh menyebabkan masalah kesihatan yang lain terutamanya jika mereka telah pun menghidapi penyakit berkaitan, seperti diabetes. Oleh itu, pengenalan kandungan nutrisi dalam produk-produk makanan seperti ini perlu dilakukan sebelum menyamaratakan kandungannya dengan buah-buahan sebenar. Oleh itu, kajian awalan (*pre-*

liminary) ini dijalankan untuk menentukan ciri-ciri fizikokimia, aktiviti antioksidan dan indeks glisemik produk minuman berasaskan buah-buahan yang disebutkan dalam Al-Quran (PMBQ).

BAHAN DAN KAEDAH

Bahan-bahan

Produk-produk minuman yang diuji adalah produk tempatan yang dibeli daripada pasaraya tempatan. Jadual 1 menunjukkan senarai bahan dan kandungan pemakanan yang terkandung dalam setiap produk. Produk E hanya digunakan bagi pengenalanpastian ciri-ciri fizikokimia dan aktiviti antioksidan sahaja memandangkan kesukaran untuk mendapatkan produk tersebut.

Analisis fizikokimia

Nilai pH sampel diukur menggunakan pH meter (Benchtop BP3001, Malaysia) yang telah dikalibrasi terlebih dahulu menggunakan larutan penimbal piawai. Jumlah pepejal larut (JPL) pula diukur pada suhu bilik menggunakan reflaktometer digital (Model 300001; Sper Scientific, Scottsdale, Arizona, USA). Nilainya dinyatakan sebagai °Brix. Pengukuran kelikatan dijalankan menggunakan viskometer Brookfield (Model RV-DV II Pro+, Brookfield Engineering Inc. Massachusetts, USA). Kepekatan asid askorbik (vitamin C) di dalam sampel pula ditentukan menggunakan kaedah pentitratan 2, 6-dikloro-indofenol (Nielson 2010). Jumlah kandungan fenolik (JKF) sampel kajian ditentukan berdasarkan kaedah Singkard dan Singleton (1977). Asid galik digunakan sebagai piawai dan keputusan kajian dinyatakan sebagai kesetaraan mg asid galik (mg GAE/100 mL). Kesemua analisis dijalankan secara triplikat (n=3).

Penentuan aktiviti antioksidan

Aktiviti penangkapan radikal bebas 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) ditentukan dengan kaedah Musa *et al.* (2011). Asai kuasa antioksidan penurunan ferik (FRAP) dikendalikan mengikut kaedah Benzie dan Strain (1996) dengan sedikit modifikasi. Keputusan kajian dinyatakan sebagai kesetaraan mg Trolox per 100ml (mg TE/ml). Kesemua sampel dianalisis secara triplikat (n=3).

Penentuan indeks glisemik

Subjek kajian

Seramai 16 orang subjek (enam orang lelaki dan sepuluh orang perempuan) dengan purata umur 22.7 ± 2.1 tahun dan indeks jisim tubuh (IJT) $21.6 \pm 1.7 \text{ kg m}^{-2}$ telah terlibat dalam kajian ini. Setiap subjek telah disaring berdasarkan kriteria pemilihan dan penolakan kajian terlebih dahulu. Kriteria pemilihan adalah berumur 18 tahun ke atas, sihat tubuh badan, mempunyai IJT di antara 18.5 – 25.0 kg m^{-2} . Kriteria penolakan adalah merokok, mempunyai penyakit kronik, mengambil ubat-ubatan, mengandung dan menyusukan bayi. Kesemua subjek telah memberikan kebenaran bertulis sebelum terlibat dalam kajian. Protokol kajian telah diluluskan oleh Sekretariat Penyelidikan Perubatan dan Inovasi, Pusat Perubatan Universiti Kebangsaan Malaysia (No. Etika: UKM 1.5.3.5/244/FST-2015-011).

Prosedur sebelum menyertai kajian

Sehari sebelum hadir ke sesi kajian, subjek diminta untuk mengambil makan malam sebelum 10.00 malam dan seterusnya berpuasa selama sepuluh hingga 12 jam sehingga menghadiri sesi kajian keesokan harinya. Semasa berpuasa, hanya air dibenarkan untuk diminum. Subjek juga perlu

Jadual 1. Senarai kandungan dan makronutrien dalam produk kajian

Sampel	Senarai kandungan produk		kalori (kcal/100g)	Makronutrien (g/100g)		
	Buah-buahan yang disebut dalam Al-Quran	Kandungan lain		Karbohidrat	Protein	Lemak
Produk A	Kurma, tiin, kismis, delima dan zaitun	Minyak safron, habatus sauda, madu	166	41.7	0.0	0
Produk B	Kurma, tiin dan delima	Safron, habatus sauda, madu	260	47.9	0.0	0
Produk C	Kurma, tiin, kismis, delima dan zaitun	Madu, habbatus sauda, za'faran, air zam zam, gula	130	32.0	1.0	0
Produk D	Kurma, tiin, kismis dan delima	Habbatus sauda, madu, temulawak, cengkih	193	45.3	2.7	0.7
Produk E	Kurma, tiin, kismis, delima, zaitun	Badam, aloe vera, pegaga, madu dan gamat	180	40	0.3	0

mengambil makan malam yang sama pada malam sebelum hadir ke kajian. Mereka juga dikehendaki untuk mengelak daripada melakukan aktiviti fizikal berat, mengambil makanan berlebihan, minum minuman berkafein dan alkohol 24 jam sebelum kajian.

Sesi kajian

Kesemua subjek perlu hadir lima sesi kajian. Pada hari kajian, subjek diminta untuk sampai pada pukul 8.00 pagi. Pada minit 0, sampel darah berpuasa diambil menggunakan kaedah pencucukan jari. Kemudian, sedikit darah dikeluarkan dan dimasukkan ke dalam strip glukosa yang kemudiannya dibaca menggunakan glukometer (Accu-Chek Advantage II, Roche Diagnostics, New Zealand). Kemudian, subjek diberikan produk kawalan atau makanan (produk A, B, C dan D). Setiap sampel makanan (termasuk kawalan) mengandungi 50 g karbohidrat yang dilarutkan dalam 250 mL air. Subjek diberikan masa selama 15 min untuk menghabiskan makanan yang diberikan. Sampel darah selepas makan diambil pada minit ke 15, 30, 45, 60, 90 dan 120. Subjek diminta untuk duduk dan mengurangkan pergerakan sepanjang kajian dan dibenarkan pulang selepas pengukuran terakhir dijalankan.

Penentuan indeks glisemik

Bacaan glukosa kawalan dan produk makanan kemudiannya diplotkan melawan masa. Kemudian, luas dibawah lengkung (iAUC) diukur menggunakan peraturan trapezoid sebelum ianya ditentukan berdasarkan formula Wolever *et al.* (1990) seperti dibawah:

$$\text{Indeks glisemik} = \frac{\text{luas di bawah lengkung sampel makanan}}{\text{purata luas di bawah lengkung makanan rujukan}} \times 100$$

Analisis statistik

Data ditunjukkan sebagai purata \pm sisihan piawai. Kesemua analisis statistik dijalankan menggunakan SPSS versi 21.0 (IBM Corporation, New York, USA). Data dianalisis dengan analisis varians satu-hala untuk membandingkan purata sebelum ianya dipisahkan dengan ujian julat berganda Duncan. Perbezaan signifikan ditetapkan pada nilai $p < 0.05$.

HASIL DAN PERBINCANGAN

Ciri-ciri fizikokimia PMBQ

Komposisi fizikokimia produk makanan adalah ditunjukkan dalam Jadual 2. Keputusan menunjukkan bahawa nilai pH produk menunjukkan tren ke arah signifikan ($p=0.05$), dalam lingkungan 3.85 hingga 4.18. Produk E didapati mempunyai nilai pH terendah (3.85 ± 0.24) manakala produk D mempunyai nilai tertinggi (4.18 ± 0.20). Fanahnaky *et al.* (2016) melaporkan bahawa pH produk sirap, pekat dan cecair gula kurma adalah dalam lingkungan pH 3.31 ± 0.01 hingga 4.62 ± 0.01 . Dalam kajian yang lain, produk-produk minuman anggur pula dilaporkan mempunyai pH di antara 3.60 ± 0.008 hingga 4.17 ± 0.086 (Aponso *et al.*, 2017). Menurut Jay (2000), nilai pH di antara 3 hingga 4 adalah nilai optimum bagi produk jus atau minuman untuk mengelakkan pertumbuhan bakteria patogenik.

JPL sampel kajian adalah berbeza secara signifikan ($p < 0.001$) di antara produk kajian, yang mempunyai julat di antara 9.00 hingga 43.33 °Brix. Sebaliknya, Onyekwelu (2017) melaporkan bahawa jus buah campuran sirap kurma mempunyai JPL dalam julat antara 8.50 hingga 10.50 °Brix. Nilai julat yang sama juga ditunjukkan oleh produk skuasy betik, pisang dan lobak merah yang mempunyai JPL 10, 15 dan 7 °Brix masing-masing (Jothi *et al.*, 2014). Sebaliknya, kordial buah yang

Jadual 2. Ciri-ciri fizikokimia dan asid askorbik produk kajian

Sampel	pH	Jumlah pepejal larut (°Brix)	Warna			Kelikatan (cP)
			Kecerahan L*	Kemerahan/kehijauan a*	Kekuningan/kebiruan b*	
Produk A	3.91 ± 0.16^{ab}	43.33 ± 0.50^a	34.53 ± 0.79^b	4.50 ± 0.26^b	-3.81 ± 0.19^b	3.01 ± 0.12^b
Produk B	4.14 ± 0.19^a	9.00 ± 0.00^e	34.02 ± 0.83^b	4.67 ± 0.27^{ab}	-3.78 ± 0.33^b	2.87 ± 0.22^b
Produk C	3.90 ± 0.26^{ab}	38.00 ± 0.86^b	34.87 ± 1.86^b	4.88 ± 0.47^{ab}	-2.50 ± 0.32^c	4.00 ± 0.20^b
Produk D	4.18 ± 0.20^a	31.00 ± 0.00^d	38.41 ± 0.58^a	4.86 ± 0.39^{ab}	-0.52 ± 0.10^d	8.99 ± 0.57^a
Produk E	3.85 ± 0.24^b	32.67 ± 12.3^c	33.47 ± 1.87^b	5.08 ± 0.37^a	-4.21 ± 1.26^a	4.61 ± 2.03^b

a,b,c,dSuperskrip yang berbeza di dalam lajur yang sama adalah berbeza secara signifikan pada $p < 0.05$ apabila dinilai menggunakan analisis varians satu-hala dan ujian julat berganda Duncan ($n=3$).

diformulasikan daripada *Sonneratia caseolaris* (buah tropika) dilaporkan mempunyai nilai °Brix 52 (Abeywickrama dan Jayasooriya, 2010). Menurut Adedeji dan Oluwalana (2014), nilai °Brix produk berasaskan buah-buahan boleh mencapai sehingga 150 °Brix.

Analisis kelikatan menunjukkan perbezaan yang signifikan ($p < 0.001$) di antara sampel kajian. Kelikatan tertinggi ditunjukkan oleh produk D (8.99 ± 0.57 cP) yang mempunyai perbezaan yang signifikan ($p < 0.05$) berbanding sampel yang lain. Nilai ini juga didapati meningkat secara signifikan ($p < 0.05$) apabila dibandingkan dengan kelikatan jus, jus cair dan minuman kalamansi (5.1, 3.5 dan 2.7 cP masing-masing) (Lee, 2000). Sebaliknya, jus oren dilaporkan mempunyai kelikatan dalam lingkungan 0.345 hingga 1.24 cP. Kelikatan produk makanan adalah dicirikan oleh kehadiran partikel pepejal dan saiznya. Ianya juga dipengaruhi oleh faktor pencairan yang mana kelikatan akan menurun apabila pencairan ditingkatkan (Momin dan Thakre, 2015).

Vitamin C, jumlah kandungan fenolik dan aktiviti antioksidan PMBQ

Jadual 3 menunjukkan kandungan vitamin C, JKF dan aktiviti antioksidan. Kepekatan vitamin C produk didapati berbeza secara signifikan ($p < 0.001$) jika dibandingkan dengan produk A dan B, tetapi tiada perbezaan ($p > 0.05$) dengan produk D dan E. Kepekatan ini adalah lebih tinggi jika dibandingkan dengan jus kurma (varieti Sukkari, Khlass dan Rezaiz), yang mempunyai asid askorbik di antara 0.3 sehingga 0.4 mg/100g (Alfadul dan Hassan, 2016). Tannenbaum *et al.* (1985) melaporkan kehilangan asid askorbik yang signifikan dalam makanan terproses, terutamanya minuman biasanya berlaku disebabkan degradasi kimia. Walau bagaimanapun, Alfadul dan Hassan (2016) menunjukkan bahawa kepekatan asid askorbik dalam produk minuman jus kurma ini

boleh ditingkatkan secara signifikan di antara 4.06 hingga 5.7 mg/100g apabila dicampurkan dengan 5% dan 10% jus lemon. Ini bermakna penggabungan buah-buahan dalam sesuatu produk jus berpotensi meningkatkan kepekatan asid askorbik, terutamanya apabila digabungkan dengan buah-buahan yang mengandungi asid askorbik yang tinggi seperti oren dan lemon. Selain itu, minuman buah-buahan berempah juga didapati mempunyai vitamin C yang tinggi di antara 31.00 hingga 36.67 mg/100 mL (Babajide *et al.*, 2013).

Analisis JKF menunjukkan perbezaan yang signifikan ($p < 0.05$) di mana produk E menunjukkan nilai yang tertinggi (92.01 ± 31.56 mg GAE/100 g) manakala produk B mempunyai nilai yang terendah (5.24 ± 1.04 mg GAE/100 g). Curi *et al.* (2017) melaporkan jus buah-buahan campuran nenas, pisang kaki (*persimmon*) dan oren mempunyai JKF di antara 27.20 hingga 70.70 mg GAE/100 g. Yang menariknya, apabila perbandingan dibuat di antara jus buah-buahan segar (JBS), 100% jus buah-buahan komersial (JBK) dan minuman buah (MB), JBK didapati mempunyai julat JKF tertinggi (21.65 – 130.39 mg GAE/100 mL) berbanding JBS (13.38 – 80.40 mg GAE/100 mL) dan MB (3.32 – 45.10 mg GAE/100 mL) (Khaw *et al.*, 2016). Ini juga menunjukkan kepekatan JKF Produk E lebih tinggi berbanding dengan JKF JBS dalam kajian Khaw *et al.* (2016). Dalam penghasilan produk jus buah-buahan, faktor seperti kejelasan, penurasan dan pempasteuran boleh mempengaruhi JKF jus. Ini adalah kerana proses penghasilan produk jus buah yang jernih boleh menyebabkan pengeluaran sebatian fenolik yang terikat kepada serabut diet dan pektin buah (Candrawinata *et al.*, 2012). Mullen *et al.* (2007) mencadangkan bahawa pengambilan jus campuran daripada buah-buahan seperti anggur ungu, limau gedang, kranberi dan epal yang mengandungi JKF yang tinggi dan pelbagai boleh memberikan perlindungan melawan penyakit Alzheimer (Dai *et al.*, 2006).

Jadual 3. Asid askorbik, jumlah kandungan fenolik dan aktiviti antioksidan produk kajian

Sampel	Asid askorbik (mg/100 ml)	Jumlah Kandungan fenolik (mg GAE/100ml)	Aktiviti antioksidan ($\mu\text{mol TE}/100 \text{ mL}$)	
			DPPH	FRAP
Produk A	3.32 ± 0.12^b	69.94 ± 6.22^b	26.83 ± 9.39^b	37.01 ± 12.21^b
Produk B	3.40 ± 1.17^b	5.24 ± 1.04^d	7.93 ± 3.49^a	30.05 ± 7.13^b
Produk C	7.02 ± 1.82^a	65.21 ± 13.2^b	36.94 ± 9.33^b	83.56 ± 21.03^a
Produk D	6.65 ± 2.10^a	40.48 ± 4.15^c	11.23 ± 3.59^a	45.22 ± 11.20^b
Produk E	6.58 ± 2.33^a	92.01 ± 31.56^a	26.50 ± 6.24^b	69.02 ± 25.44^a

^{a,b,c}Superskrip yang berbeza di dalam lajur yang sama adalah berbeza secara signifikan pada $p < 0.05$ apabila dinilai menggunakan analisis varians satu-hala dan ujian julat berganda Duncan ($n=3$). Singkatan: DPPH=2,2-difenil-1-pikrilhidrazil; FRAP=Asai kuasa antioksidan penurunan ferik, GAE: *gallic acid equivalent* and TE: *trolox equivalent*.

Aktiviti antioksidasi PBMQ

Sampel kajian ini didapati mempunyai kepekatan DPPH di antara 7.93 ± 3.49 sehingga $36.94 \pm 9.33 \mu\text{mol TE}/100 \text{ mL}$. Jumlah ini didapati rendah secara signifikan ($p < 0.05$) berbanding dengan DPPH JBS ($267.78 \pm 5.15 - 770.12 \pm 5.01 \mu\text{mol TE}/100 \text{ mL}$) dan JBK ($109.43 \pm 37.20 - 2705.01 \pm 853.61 \mu\text{mol TE}/100 \text{ mL}$). Namun begitu, kepekatan yang rendah juga dilaporkan bagi minuman buah-buahan ($13.32 \pm 37.20 - 66.96 \mu\text{mol TE}/100 \text{ mL}$) kecuali minuman guava ($205.71 \pm 5.01 \mu\text{mol TE}/100 \text{ mL}$) (Khaw *et al.*, 2016). Yang menariknya, jus delima dilaporkan antara buah yang mempunyai kepekatan DPPH tertinggi berbanding dengan jus buah-buahan lain (Khaw *et al.*, 2016; Al-Musharfi *et al.*, 2015).

Analisis FRAP menunjukkan sampel kajian mempunyai kepekatan di antara 30.05 ± 7.13 hingga $83.56 \pm 21.03 \mu\text{mol TE}/100 \text{ mL}$. Seperti DPPH, kepekatan FRAP dalam kajian ini adalah lebih rendah secara signifikan ($p < 0.05$) berbanding dengan JBS ($288.47 \pm 41.30 - 843.13 \pm 44.47 \mu\text{mol TE}/100 \text{ mL}$) dan JBK ($95.50 \pm 25.81 - 2953.85 \pm 1182.07 \mu\text{mol TE}/100 \text{ mL}$), tetapi berada dalam julat yang sama dengan MB ($13.75 \pm 8.21 - 77.65 \pm 71.57 \mu\text{mol TE}/100 \text{ mL}$) kecuali bagi minuman guava ($320.80 \pm 51.30 \mu\text{mol TE}/100 \text{ mL}$) yang dilaporkan oleh Khaw *et al.* (2016).

Aktiviti antioksidasi yang rendah ini mungkin disebabkan oleh kandungan kepekatan jus buah asli yang digunakan dalam produk adalah rendah. Namun begitu, perkara ini tidak dapat dipastikan memandangkan proporsi bahan-bahan yang digunakan tidak diperincikan dengan jelas pada label produk makanan. Selain itu, ianya juga boleh

dipengaruhi oleh rawatan haba yang boleh merosakkan komponen bioaktif buah, seterusnya menurunkan kandungan antioksidasi (Kechinski *et al.*, 2010).

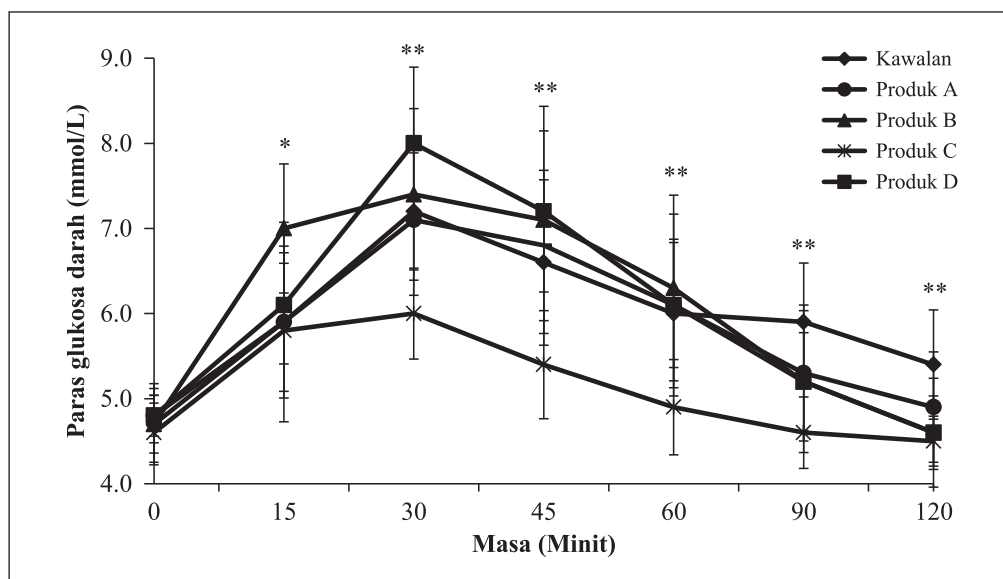
Ujian korelasi antara JKF dan aktiviti antioksidasi menunjukkan perkaitan signifikan ($p < 0.05$) antara JKF dengan DPPH ($r = 0.922$) tetapi tiada perkaitan signifikan ($p > 0.05$) dengan analisis FRAP ($r = -0.477$). Namun begitu, kedua-dua ujian antioksidasi ini menunjukkan bahawa produk-produk ini mempunyai aktiviti antioksidasi yang rendah.

Penentuan indeks glisemik

Tindakbalas glukosa darah

Rajah 1 menunjukkan tindakbalas glukosa darah selepas pengambilan sampel kajian. Keputusan kajian menunjukkan terdapat perbezaan yang signifikan ($p < 0.05$) antara produk. Pada minit ke-15, Produk B didapati meningkatkan glukosa darah secara signifikan ($p = 0.003$) berbanding produk lain. Sebaliknya, Produk C meningkatkan glukosa darah yang paling rendah secara signifikan berbanding produk lain pada minit ke 30, 45 dan 60 ($p < 0.001$ masing-masing). Ia juga meningkatkan glukosa darah yang paling rendah secara signifikan ($p < 0.001$) berbanding produk A dan kawalan pada minit ke-90, dan dengan kawalan pada minit ke-120.

Pengambilan kesemua produk didapati meningkatkan glukosa darah yang optimum pada minit ke-30 dengan nilai purata $7.2 \pm 0.69 \text{ mmol/L}$ bagi kawalan, $8.0 \pm 0.90 \text{ mmol/L}$ bagi Produk D, $7.4 \pm 1.01 \text{ mmol/L}$ bagi Produk B, 7.1 ± 0.89 bagi Produk A dan 6.0 ± 0.53 bagi Produk C. Namun



Rajah 1. Paras glukosa darah selepas pengambilan produk selama 120 minit. Data ditunjukkan sebagai min \pm SP ($n = 16$). Min adalah berbeza secara signifikan pada * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$.

Jadual 4. Jumlah luas dibawah lengkung paras glukosa darah dan indeks glisemik selepas pengambilan produk kajian pada 120 minit

Sampel	Jumlah luas dibawah lengkung (mmol*min/L)	Indeks glisemik
Produk A	134.9 ± 58.0 ^a	133.2 ± 162.2
Produk B	161.4 ± 75.5 ^a	164.2 ± 207.4
Produk C	53.6 ± 32.7 ^b	45.4 ± 40.7
Produk D	140.2 ± 53.0 ^a	124.9 ± 136.4
Kawalan	157.3 ± 70.6 ^a	100

^{a,b}Superskrip yang berbeza di dalam lajur yang sama adalah berbeza secara signifikan pada $p < 0.05$ apabila dinilai menggunakan analisis varians satu-hala dan ujian julat berganda Duncan ($n=16$).

begitu kesemua produk makanan menunjukkan penurunan paras glukosa darah seiring dengan masa sehingga mencapai paras glukosa darah yang normal (julat antara 4.6 ± 0.43 hingga 5.4 ± 0.64 mmol/L) pada minit terakhir pengukuran (minit ke-120).

Indeks glisemik

Nilai IG produk ditunjukkan dalam Jadual 4. Keputusan menunjukkan produk C mempunyai nilai IG dan luas bawah lengkung yang rendah (45.4 ± 40.7 dan 53.50 ± 34.10 mmol/L*minit masing-masing) berbanding dengan produk lain (melebihi IG 100). IG adalah sistem pengkelasan makanan berkarbohidrat berdasarkan tahap pembebasan glukosa dalam darah. Ianya boleh dikelaskan kepada rendah (0-55), sederhana (56-69) dan tinggi (>70). Secara idealnya, produk yang rendah IG adalah yang terbaik kerana ia membekalkan glukosa yang rendah secara konsisten kepada badan manusia. Buah-buahan kebanyakannya mempunyai IG yang rendah. Namun begitu, ada juga buah-buahan yang tergolong dalam kategori sederhana dan tinggi.

Buah-buahan yang disebutkan dalam al-Quran iaitu kurma, zaitun, delima, anggur, tiin dan pisang mempunyai nilai IG di antara 46.3 – 55.1 (kurma) (Alkaabi *et al.*, 2011), 15 (zaitun), 53 (anggur), 40 – 59 (tiin) dan 30 – 70 (pisang) (Foster-Powell *et al.*, 2002). Ini menunjukkan Produk C mempunyai nilai IG dalam julat buah-buahan yang disebutkan dalam al-Quran. Manakala Produk D, Produk A dan Produk B dikategorikan sebagai produk tinggi IG kerana mempunyai IG 124.9 ± 136.4 , 133.2 ± 162.2 dan 164.2 ± 207.4 masing-masing. Namun begitu, tiada perbezaan yang signifikan ($p > 0.05$) antara produk. Ini mungkin disebabkan variasi nilai IG yang besar antara subjek menyebabkan nilai sisihan piawai yang besar dan ini boleh mempengaruhi nilai purata IG produk-produk ini. Situasi ini merupakan cabaran utama dalam kajian IG. Dalam kajian yang menilai kebolehubahan nilai IG dalam kalangan subjek sihat menunjukkan bahawa pekali ubahan nilai purata IG roti putih boleh berbeza di antara 5 hingga 85% (Wolever *et al.*, 2003). Hal ini

turut dilaporkan oleh Hirsh *et al.* (2013) yang menunjukkan purata perbezaan dalam subjek (*intra-variation*) sebanyak 75.2% manakala perbezaan antara subjek (*inter-variation*) sebanyak 86%. Terdapat beberapa faktor yang boleh menyebabkan perbezaan ini berlaku, antaranya adalah sumber darah (darah vena atau kapilari), sampel biologi (darah atau plasma) dan kaedah yang digunakan (Wolever *et al.*, 2003). Hasil dapatan IG kajian ini juga menunjukkan bahawa tiga daripada empat produk kajian mempunyai kandungan gula yang tinggi walaupun pengeluaran makanan mempromosikan produk ini sebagai hasil campuran buah-buahan yang berkhasiat tinggi.

KESIMPULAN

PMBQ mempunyai ciri-ciri fizikokimia yang bersamaan dengan produk-produk seangkatannya di pasaran. Namun begitu, ianya mempunyai JKF dan aktiviti antioksidasi yang rendah. Daripada empat jenis produk minuman, hanya produk C sahaja mempunyai IG yang rendah manakala produk-produk lain mempunyai IG yang tinggi. Oleh itu, pengguna perlu berhati-hati dalam memilih produk makanan terutamanya bagi pesakit diabetes. Pilihan terbaik adalah mengambil buah-buahan semulajadi atau menghasilkan sendiri minuman atau jus secara segar untuk mengawal kandungan gula yang diambil.

PENGHARGAAN

Kajian ini ditaja oleh *Fundamental Research Grant Scheme* (FRGS/1/2014/SKK07/UKM/03/1) dan Geran Arus Perdana (AP-2017-002/1) dibawah sokongan Kementerian Pendidikan Tinggi dan Universiti Kebangsaan Malaysia. Pengarang juga ingin mengucapkan ribuan terima kasih kepada Fakulti Sains & Teknologi kerana menyediakan kemudahan penyelidikan, dan subjek-subjek yang terlibat dalam kajian ini.

RUJUKAN

- Abeywickrama, W.S.S. & Jayasooriya, M.C.N. 2010. Formulation and quality evaluation of cordial based on kirala (*Sonneratia caseolaris*) fruit. *Tropical Agricultural Research & Extension*, **13(1)**: 1-3.
- Adedeji, T.O. & Oluwalana, I.B. 2014. Development and quality evaluation of non-alcohol beverage from cocoyam (*Xanthosoma sagittifolium* and *Colocasia esculenta*). *Nigerian Food Journal*, **32**: 10-20.

- Alfadul, S.M. & Hassan, B.H. 2016. Chemical composition of natural juices combining lemon and dates. *International Journal of Food Engineering*, **2(1)**: 9-15.
- Alkaabi, J.M., Al-Dabbagh, B., Ahmad, S., Saadi, H.F., Gariballa, S. & Al Ghazali, M. 2011. Glycemic indices of five varieties of dates in healthy and diabetic subjects. *Nutrition Journal*, **10**: 59.
- Al-Musharfi, N.K., Al-Wahaibi, H.S. & Khan, S.A. 2015. Comparison of ascorbic acid, total phenolic content and antioxidant activities of fresh juices of six fruits grown in Oman. *Journal of Food Processing & Technology*, **6**: 513. doi:10.4172/2157-7110.1000513.
- Aponso, M.M.W., Marapana, R.A.U.J. & Manawaduge, R. 2017. Physicochemical analysis of grape juice from Israel blue (*Vitis vinifera* L.) grape cultivar under different processing conditions and a comparison with Red Globe and Michele Palieri grape varieties. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, **6(3)**: 381-385.
- Babajide, J.M., Olaluwoye, A.A., Taofik Shittu, T.A. & Adebisi, M.A. 2013. Physicochemical properties and phytochemical components of spiced cucumber-pineapple fruit drink. *Nigerian Food Journal*, **31(1)**: 40-52.
- Benzie, I.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.
- Bowman, S.A. 2005. Food shoppers' nutrition attitudes and relationship to dietary and lifestyle practices. *Nutrition Research*, **25(3)**: 318-324.
- Bull, M.K., Zerdin, K., Howe, E., Goicoechea, D., Paramanandhan, P., Stockman, R., Sellahewa, J., Szabo, E.A., Johnson, R.L. & Stewart, C.M. 2004. The effect of high pressure processing on the microbial, physical and chemical properties of Valencia and Navel orange juice. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, **5(2)**: 135-149.
- Candrawinata, V.L., Blades, B.L., Golding, J.B., Stathopoulos, C.E. & Roach, P.D. 2012. Effect of clarification on the phenolic compound content and antioxidant activity of commercial apple juices. *International Food Research Journal*, **19**: 1055-1061.
- Curi, P.N., Almeida, A.B., Tavares, B.S., Nunes, C.A., Pio, R., Pasqual, M. & Souza, V.R. 2017. Optimization of tropical fruit juice based on sensory and nutritional characteristics. *Food Science and Technology*, **37(2)**: 308-314.
- Dai, Q., Borenstein, A.R., Wu, Y., Jackson, J.C. & Larson, E.B. 2006. Fruit and vegetable juices and Alzheimer's disease: The Kame project. *American Journal of Medicine*, **119**: 751-759.
- Dewanto, V., Wu, X. & Liu, R.H. 2002. Processed sweet corn has higher antioxidant activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **50**: 4959-4964.
- Farahnaky, A., Mardani, A., Mesbahi, G., Majzoobi, M. & Golmakani, M.T. 2016. Some physico-chemical properties of date syrup, concentrate, and liquid sugar in comparison with sucrose solutions. *Journal of Agricultural Science & Technology*, **18(3)**: 657-668.
- Foster-Powell, K., Holt, S.H.A. & Brand-Miller, C. 2002. International table of glycemic index and glycemic load values: 2002. *American Journal of Clinical Nutrition*, **76**: 5-56.
- Hirsh, S., Barrera, G., Leiva, L., de la Maza, M.P. & Bunout, D. 2013. Variability of glycemic and insulin response to a standard meal, within and between healthy subjects. *Nutricion Hospitalaria*, **28(2)**: 541-544.
- Hong, S., Song, Y., Lee, K.H., Lee, H.S., Lee, M., Jee, S.H. & Joung, H. 2012. A fruit and dairy dietary pattern is associated with a reduced risk of metabolic syndrome. *Metabolism*, **61**: 883-90.
- Jay, J.M. 2000. Modern Food Microbiology. 6th ed. Maryland: Aspen Publishers Inc. pp: 289.
- Jothi, J.S., Karmoker, P. & Sarower, K. 2014. Quality assessment of mixed fruit squash: physico-chemical analysis, sensory evaluation and storage studies. *Journal of Bangladesh Agricultural University*, **12(1)**: 195-201.
- Kechinski, C.P., Guimaraes, P.V., Norena, C.P., Tessaro, I.C. & Marczak, L.D. 2010. Degradation kinetics of anthocyanin in blueberry juice during thermal treatment. *Journal of Food Science*, **75(2)**: C173-176.
- Khaw, H.W., Haron, H. & Chan, B.K. 2016. Comparison of total phenolic contents (TPC) and antioxidant activities of fresh fruit juices, commercial 100% fruit juices and fruit drinks. *Sains Malaysiana*, **45(9)**: 1319-1327.
- Kim, H.Y., Woo, K.S., Hwang, I.G., Lee, Y.R. & Jeong, H.S. 2008. Effect of heat treatments on the antioxidant activities of fruits and vegetables. *Korean Journal of Food Science and Technology*, **40(2)**: 166-170.
- Lee, S.Y. 2000. Physico-chemical characteristics of calamansi juice, agglomerate and drink. *Journal of Tropical Agriculture & Food Science*, **28(2)**: 183-188.

- Momin, S.M.I. & Thakre, J.S. 2015. Analysis of viscosity of orange fruit juice to ensure the suitability of processing applications. *International Journal of Pure & Applied Bioscience*, **3(6)**: 223-225.
- Mullen, W., Marks, S.C. & Crozier, A. 2007. Evaluation of phenolic compounds in commercial fruit juices and fruit drinks. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **55(8)**: 3148-57.
- Musa, K.H., Abdullah, A., Jusoh, K. & Subramaniam, V. 2011. Antioxidant activity of pink-flesh guava (*Psidium guajava* L.): Effect of extraction techniques and solvents. *Food Analytical Methods*, **4**: 100-107.
- Nur Farah, H.M., Saniah, K., Nurasmaliza, M.A. & Sazali, N. 2012. Teknik pemrosesan minuman kurma. *Buletin Teknologi MARDI*, **1**: 45-49.
- Nielson, S.S. Food Analysis Laboratory Manual, Food Science Texts Series. Springer Science+ Business Media 2nd ed.
- Onyekwelu, C.N. 2017. Physicochemical properties and sensory evaluation of mixed fruit juice (orang, watermelon, and tangerine) using date syrup as a sweetener. *Innovare Journal of Food Science*, **5(1)**: 1-4.
- Ratnasooriya, C.C., Rupasinghe, H.P.V. & Jamieson, A.R. 2010. Juice quality and polyphenol concentration of fresh fruits and pomace of selected nova Scotia-grown grape cultivars. *Canadian Journal of Plant Science* **90**: 193-205.
- Slavin, J.L. & Lloyd, B. 2012. Health benefits of fruits and vegetables. *Advances in Nutrition*, **3**: 506-516.
- Slinkard, K. & Singleton, V. 1977. Total phenol analysis; automation and comparison with manual methods. *American Journal of Enology and Viticulture*, **28**: 49-55.
- Tannenbaum, S.R., Young, V.R. & Archer, M.C. 1985. Vitamins and minerals. In: Fennema, O.R. (ed.), *Food Chemistry*. 2nd ed. New York: Marcel Dekker Inc., pp: 477-544.
- Wolever, T.M.S., Jenkins, D.J.A., Vuksan, V., Josse, R.G., Wong, G.S. & Jenkins, A.L. 1990. Glycemic index of foods in individual subjects. *Diabetes Care*, **13(2)**: 126-132.
- Wolever, T.M.S., Vorster, H.H., Bjorck, I., Brand-Miller, J.C., Brighenti, F., Mann, J.I., Ramdath, D.D., Granfeldt, Y., Holt, S.H., Perry, T.L., Venter, C. & Xiamei, W. 2003. Determination of the glycemic index of foods: interlaboratory study. *European Journal of Clinical Nutrition*, **57**: 475-482.
- Wolever, T.M.S., Vuksan, V., Relle, L.K., Jenkins, A.L., Josse, R.G., Wong, G.S. & Jenkins David, J.A. 1993. Glycemic index of fruits and fruit products in patients with diabetes. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, **43(4)**: 205-212.

