

Kesan Penyahasidan dan Penambahan Perisa Lemon terhadap Ciri Antioksidan Ekstrak Mengkudu

(Effect of Deacidification and Lemon Flavour Addition on the Antioxidant Capacity of Noni Extract)

AIN NADIAH SOFIAH AHMAD KHORAIRI, HASLANIZA HASHIM & MOHAMAD YUSOF MASKAT*

ABSTRAK

Ekstrak mengkudu (Morinda citrifolia) mempunyai kesan yang baik terhadap kesihatan. Namun begitu, pengambilannya masih terhad kerana rasa masam serta bau ekstrak mengkudu yang tidak digemari oleh pengguna. Penggunaan kaedah penyahasidan dan penambahan bahan perisa dilihat dapat mengurangkan rasa masam buah mengkudu tetapi kesan kepada ciri-ciri antioksidan masih tidak diketahui. Oleh itu, kajian ini dijalankan bertujuan untuk menentukan kesan penyahasidan dan penambahan 0, 4 dan 8% perisa lemon terhadap ciri antioksidan ekstrak mengkudu. Analisis yang dijalankan ke atas ekstrak mengkudu adalah penilaian nilai pH, ujian jumlah kandungan fenol (TPC), ujian penangkapan radikal bebas (DPPH) dan ujian kuasa penurunan ferik (FRAP). Hasil kajian mendapati bahawa nilai pH meningkat secara signifikan ($p < 0.05$) setelah dinyahasad. Manakala, nilai TPC, DPPH dan FRAP ekstrak mengkudu pula menurun secara signifikan ($p < 0.05$) setelah dinyahasad. Penambahan bahan perisa lemon ke dalam sampel ekstrak mengkudu ternyahasad, tidak memberikan perubahan signifikan pada nilai pH, TPC, DPPH dan FRAP. Secara keseluruhannya, rawatan penyahasidan membantu mengurangkan keasidan ekstrak mengkudu tetapi penambahan bahan perisa lemon tidak memberikan kesan signifikan kepada ciri antioksidan ekstrak mengkudu.

Kata kunci: Antioksidan; lemon; mengkudu; penyahasidan; pH

ABSTRACT

Noni extract (Morinda citrifolia) has been shown to have beneficial health effect. However, the consumption of noni extract is still limited due to the sour taste and less desired odour among the consumers. Use of deacidification and flavor addition might reduce the sour taste of noni but its effect on the antioxidative properties are not known. Hence, this study was conducted to determine the effect of deacidification process and addition of 0, 4 and 8% of lemon flavoring agent on the antioxidant characteristics of noni extract. The analyses conducted on noni extract were pH value, total phenolic content (TPC), free radical scavenging ability (DPPH) and ferric reducing power (FRAP). Results showed that pH values increased significantly ($p < 0.05$) after deacidification, whereas the TPC, DPPH and FRAP of noni extract decreased significantly ($p < 0.05$) after deacidification. The addition of flavoring to deacidified noni extract samples did not produce any significant effect on pH, TPC, DPPH, and FRAP. In general, deacidification method helps in reducing the acidity of noni extract but addition of lemon flavor did not showed any significant effect on the antioxidant characteristic of noni extract.

Keywords: Antioxidant; deacidification; lemon; noni; pH

PENDAHULUAN

Mengkudu dengan nama saintifik *Morinda citrifolia* Linn. adalah tumbuhan ubatan yang telah digunakan di seluruh dunia selama berabad-abad lamanya. Mengkudu berasal dari Asia Tenggara iaitu meliputi kawasan Indonesia hingga ke Australia dan ditanam di Polinesia, India, Caribbean dan di tengah dan utara Amerika Selatan (Dixon et al. 1999; Ross 2001). Semua bahagian pokok

mengkudu telah digunakan sebagai ubat-ubatan herba di Polinesia selama lebih 2000 tahun (Anh et al. 2006). Kajian melaporkan bahawa semua bahagian tanaman mengkudu mempunyai pelbagai faedah kesihatan termasuk ciri-ciri pencegahan penyakit (Singh 2012). Oleh kerana nilai perubahan dan pemakanannya, mengkudu dianggap 'Ratu' daripada 80 spesies lain dalam keluarga Rubiaceae (Morton 1992). Tumbuhan mengkudu juga sering dikaitkan sebagai penawar semula jadi yang merendahkan

tekanan darah, mengurangkan pembengkakan sendi, memberhentikan jangkitan dalaman dan luaran serta menghalang pertumbuhan sel kanser daripada berkembang (Wang et al. 2002).

Walaupun kini terdapat pengeluar syarikat makanan yang mengeluarkan produk mengkudu dalam pelbagai bentuk seperti jus, serbuk dan kapsul (Maskat & Tan 2011), disebabkan oleh isi buah mengkudu yang pahit dan masam serta baunya yang busuk dan tidak menyenangkan telah mengurangkan kadar penerimaan orang ramai terhadap produk berasaskan ekstrak mengkudu (Anh et al. 2006). Manipulasi kandungan asid melalui proses penyahasidan merupakan salah satu langkah untuk memperbaiki rasa masam ekstrak mengkudu supaya lebih diterima pengguna. Antara kaedah penyahasidan yang biasa dijalankan untuk produk makanan adalah dengan menggunakan serbuk karbon yang diaktifkan (Khalafu et al. 2017; Sin et al. 2018), kalsium karbonat (Nur Hafiza et al. 2010) dan resin penukar ion berasaskan polimer seperti Amberlite IRA-67 (Fong et al. 2017; Haslaniza et al. 2015a), Duolite A7 (Haslaniza et al. 2015a) dan Sephadex LH-20 (Nazrul et al. 2013).

Kajian lepas oleh Haslaniza et al. (2015a) mendapati bahawa resin penukar anion bes lemah berpotensi untuk menyahasidkan jus mengkudu. Ini disebabkan oleh kehadiran kumpulan amina tertier yang bertindak sebagai kumpulan berfungsi di dalam matriks polimer akrilik rangkaian silang yang menjerap kumpulan karbonil daripada asid oktanoik dengan anion daripada tapak resin. Selain itu, penggunaan resin penukar ion bes lemah ini juga dapat meminimumkan kehilangan antioksidan yang penting dalam jus mengkudu tersebut. Kebolehulangan (regenerasi) resin turut menyumbang kepada penggunaannya yang meluas dan tidak terhad kepada industri makanan sahaja.

Penggunaan bahan perisa untuk memperbaiki rasa produk minuman dilihat mempunyai potensi yang tinggi dalam menghasilkan rasa produk yang digemari. Antara kajian lepas yang telah dijalankan adalah penambahan jus oren dalam minuman probiotik (Luckow et al. 2006), jus strawberi dalam susu kambing (Wang et al. 2019) dan campuran serai dan jus limau dalam minuman berasaskan soya (Kieling & Prudencio 2019). Walaupun terdapat kajian terdahulu seperti yang telah dinyatakan, tiada kajian yang melibatkan kesan gabungan langkah penyahasidan dan penambahan perisa terhadap ciri antioksidan produk ekstrak mengkudu. Justeru, kajian ini dijalankan untuk menentukan kesan gabungan penyahasidan dan penambahan bahan perisa lemon terhadap ciri-ciri antioksidan ekstrak mengkudu.

BAHAN DAN KAEDAH

Buah mengkudu pada tahap kematangan 4 (Chan-Blanco et al. 2006) diperam selama 3 hari sebelum dibersihkan dengan air suling. Penyediaan ekstrak buah mengkudu adalah mengikut kaedah yang digunakan oleh Cheah et al. (2014). Buah yang telah dikeringkan dipotong kecil kira-kira 2 hingga 4 cm, ditambah dengan air suling pada nisbah 1:1 (berat:isipadu) dan seterusnya dikisar menggunakan pengisar (Cornell, Malaysia). Jus yang terhasil ditapis dengan menggunakan kain kasa. Kemudian diemparkan dengan mesin pengempar (5810R - *Eppendorf Centrifuge*, Jerman) pada kelajuan 4000 rpm selama 25 min bagi mengasingkan pulpa yang masih terdapat dalam jus mengkudu. Bahan perisa yang digunakan adalah bahan perisa tiruan bergred makanan; esen lemon yang diperoleh dari Yummies Bakery Ingredients.

RESIN PENUKAR ION

Amberlite IRA-67 atau resin penukar anion berbes lemah berasaskan polimer diperoleh dari Fluka, Rohm and Haas Company, Perancis dengan kelulusan penggunaannya dalam pemprosesan makanan oleh *Food and Drug Administration (FDA)*. Pengkondisian resin Amberlite IRA-67 dilakukan menggunakan HCl (5%) mengikut kajian Haslaniza et al. (2015b). Nilai pH ekstrak mengkudu (4.2) diubah kepada pH 7 dengan penambahan natrium hidroksida (NaOH) pada suhu bilik. Kemudian, ekstrak mengkudu dicampurkan dengan 8% (w/v) resin Amberlite IRA-67 yang telah dikondisikan dalam kelalang Erlenmeyer 250 mL dan digoncang menggunakan pengoncang inkubator (Model WIS 20 - *WiseCube*, Korea) selama 2 jam pada suhu 30 °C dengan kelajuan 120 rpm. Selepas itu, campuran tersebut ditapis menggunakan kertas turas untuk menghasilkan ekstrak mengkudu yang ternyahasid. Penambahan bahan perisa tiruan lemon dilakukan ke atas ekstrak mengkudu tanpa penyahasidan dan ekstrak mengkudu yang ternyahasid dengan peratusan kepekatan yang berbeza iaitu 0, 4 dan 8% (v/v). Campuran ini kemudian dikacau sehingga sebati pada suhu bilik. Perlakuan ini menghasilkan enam sampel yang berbeza iaitu ekstrak mengkudu asli (tanpa penyahasidan dan 0% perisa lemon), ekstrak mengkudu asli dengan 4% perisa lemon, ekstrak mengkudu asli dengan 8% perisa lemon, ekstrak mengkudu ternyahasid dengan 0% perisa lemon, ekstrak mengkudu ternyahasid dengan 4% perisa lemon dan ekstrak mengkudu ternyahasid dengan 8% perisa lemon.

PENGUKURAN NILAI PH

Pengukuran nilai pH dilakukan menggunakan meter pH (Model PHM 210- MeterLab). Meter pH dikalibrasikan dengan larutan penimbal pH 4.0 dan 7.0 sebelum pengukuran sampel dilakukan. Pengukuran nilai pH dilakukan pada suhu bilik dengan menggunakan 10 mL sampel.

JUMLAH KANDUNGAN FENOL

Jumlah kandungan fenol ditentukan dengan menggunakan reagen *Folin-Ciocalteu* (Slinkard & Singleton 1977; Yang et al. 2011). Sebanyak 0.1 mL ekstrak mengkudu dicampurkan dengan 0.9 mL air suling. Campuran ini ditambah dengan 5 mL reagen *Folin-Ciocalteu* dan dibiarkan selama 10 min. Kemudian, sebanyak 4 mL larutan 7.5% natrium karbonat ditambahkan dalam campuran tersebut sebelum dibiarkan selama 2 jam dalam keadaan gelap di dalam *96-well plate*. Bacaan penyerapan sampel dinilai dengan menggunakan pembaca mikroplat UV-Vis berjenama *Epoch* (model *Biotech 259037*) pada gelombang 765 nm. Pengukuran bacaan penyerapan sampel pengosong dilakukan dengan menggantikan ekstrak mengkudu dengan air suling. Jumlah kandungan fenol ekstrak mengkudu dihitung dengan menggunakan nilai yang didapati daripada lengkung piawai dan dinyatakan sebagai mg asid galik per 1L ekstrak mengkudu. Pengiraan kandungan fenol adalah seperti berikut:

Jumlah kandungan fenol (GAE) dalam ekstrak mengkudu (mg GAE/L) = $R \times D$

dengan R ialah bacaan daripada lengkung piawai (asid galik) dan D ialah faktor pencairan = 10.

UJIAN PENANGKAPAN RADIKAL (DPPH)

Kuasa penangkapan radikal bebas ekstrak mengkudu diukur berdasarkan kaedah Akowuah et al. (2005). Larutan 0.1 mM DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) digunakan sebagai larutan stok piawai dan disediakan secara segar setiap kali digunakan. Sebanyak 2 mg serbuk DPPH dilarutkan dengan metanol dan dipenuhi sehingga 50 mL dalam kelalang volumetrik. Sebanyak 200 μ L ekstrak mengkudu dicampur dengan 2 mL larutan 0.1 mM DPPH dan 0.8 mL larutan metanol dan dibiarkan dalam keadaan gelap pada suhu bilik selama 1 jam. Seterusnya, sebanyak 200 μ L larutan daripada campuran tersebut diambil untuk mengukur bacaan penyerapan pada gelombang 517 nm dengan menggunakan pembaca mikroplat UV-Vis berjenama *Epoch* (model *Biotech 259037*). Sampel pengosong disediakan melalui campuran 2 mL larutan DPPH dan 1 mL metanol. Kuasa penangkapan radikal bebas ekstrak mengkudu dihitung dengan menggunakan formula berikut:

$$\% \text{ Penangkapan DPPH} = [(AC - AS) / AC] \times 100\%$$

dengan AC ialah bacaan penyerapan sampel pengosong (larutan DPPH) dan AS ialah bacaan penyerapan sampel ekstrak mengkudu selepas 1 jam.

KUASA PENURUNAN FERIK (FRAP)

Penyediaan larutan reagen bagi ujian kuasa penurunan ferik dilakukan berdasarkan kaedah Benzie dan Strain (1996). Larutan 0.3 M penimbal asetat pada pH 3.6 disediakan melalui campuran 0.31 g natrium asetat trihidrat ($\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$), 1.6 mL asid asetat glasial dan 100 mL air suling. Larutan 40 mM HCl disediakan dengan mencampurkan 1.67 mL larutan 12 M asid HCl dengan 500 mL air suling. Seterusnya, larutan 10 mM TPTZ dihasil dengan melarutkan 0.1562 g serbuk TPTZ dengan 40 mL HCl. Bagi larutan 20 mM $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ pula, larutan tersebut dihasilkan melalui pencampuran 0.2703 g serbuk $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ dengan air suling sehingga larut kesemuanya dan akhirnya dipenuhi sehingga 50 mL. Reagen FRAP disediakan melalui pencampuran ketiga-tiga larutan reagen pada nisbah 10:1:1 dan dipanaskan sehingga 37 °C sebelum digunakan.

Penentuan FRAP bagi ekstrak mengkudu dijalankan berdasarkan kaedah Delgado-Andrade et al. (2010). Sebelum analisis dijalankan, ekstrak mengkudu dicairkan kepada 100 kali ganda dengan menggunakan air suling. Sebanyak 900 μ L reagen FRAP yang segar telah dicampur dengan 100 μ L ekstrak mengkudu dan diredam pada 37 °C selama 30 min. Kemudian, 200 μ L daripada campuran tersebut dipipetkan ke dalam lekuk mikroplat dan bacaan penyerapan diambil pada gelombang 595 nm dengan menggunakan pembaca mikroplat UV-Vis berjenama *Epoch* (model *Biotech 259037*). Langkah yang sama digunakan untuk menghasilkan lengkung piawai dengan menggunakan larutan $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$. Nilai kuasa penurunan ferik dinyatakan sebagai $\mu\text{mol Fe(II)/mL}$ ekstrak mengkudu dan dihitung seperti berikut:

$$\text{Nilai penurunan ferik } (\mu\text{mol Fe(II)/mL}) = R \times D$$

dengan R ialah bacaan daripada lengkung piawai dan D ialah faktor pencairan = 100.

ANALISIS STATISTIK

Data yang diperoleh daripada analisis fizikokimia dianalisis dengan ujian statistik ANOVA dan ujian Duncan menggunakan perisian *Statistical Analysis System (SAS)* versi 9.3, 2011. Manakala data daripada penilaian sensori dianalisis menggunakan perisian *Statistical Package For Social Science (SPSS)* versi 22. Aras keyakinan yang digunakan ialah 95% ($p < 0.05$). Bilangan replikasi yang dijalankan adalah sebanyak tiga replikasi.

HASIL DAN PERBINCANGAN

NILAI PH

Rajah 1 menunjukkan nilai min pH ekstrak mengkudu asli (tanpa nyahasid) dengan 0, 4 dan 8% (v/v) perisa lemon dan ekstrak mengkudu ternyahasid menggunakan resin Amberlite IRA-67 dengan 0, 4 dan 8% perisa lemon. Berdasarkan pada Rajah 1, ekstrak mengkudu asli dengan 0, 4 dan 8% penambahan perisa lemon mempunyai nilai pH 4.13 ± 0.11 , 4.00 ± 0.08 dan 3.96 ± 0.12 . Ketiga-tiga sampel ekstrak mengkudu asli mempunyai nilai pH yang bersifat asidik. Ini kerana buah mengkudu yang matang mengandungi asid organik seperti asid heksanoik, asid oktanoik dan asid dekanok yang lebih tinggi daripada buah mengkudu yang tidak matang (Dittmar 1993). Menurut Antara et al. (2001), ujian analisis komponen asid lemak menunjukkan bahawa buah mengkudu pada tahap kematangan yang berbeza mengandungi kandungan asid lemak yang berbeza.

Manakala nilai pH bagi ekstrak mengkudu ternyahasid dengan 0, 4 dan 8% penambahan perisa lemon pula lebih bersifat alkali iaitu pada lingkungan 8.7 bagi ketiga-tiga sampel. Data menunjukkan terdapat perbezaan yang signifikan ($p < 0.05$) antara nilai pH sampel asli dengan nilai pH ketiga-tiga ekstrak mengkudu ternyahasid. Nilai pH meningkat dua kali ganda secara signifikan ($p < 0.05$) daripada sampel asli. Keputusan ini disokong oleh kajian yang dijalankan oleh Haslaniza et al. (2015a) dan Noor Hafiza et al. (2009) dengan penyahasidan menggunakan resin Amberlite IRA-67 mampu untuk meningkatkan nilai pH mengkudu dengan merendahkan keasidan jus mengkudu.

Menurut Gao et al. (2012), Amberlite IRA-67 merupakan penjerap yang baik untuk sesetengah asid organik seperti asid malik, asid sitrik, asid laktik dan asid tartarik. Haslaniza et al. (2019) melaporkan bahawa kadar penjerapan larutan asid seperti asid heksanoik dipengaruhi oleh nilai pH. Semakin tinggi nilai pH, semakin tinggi keupayaan penjerapan asid organik. Semasa penyahasidan, resin penukar ion menukar OH⁻ dengan anion yang terpisah daripada asid di dalam ekstrak mengkudu lalu menyebabkan pembebasan H⁺ di dalam jus mengkudu. Ion hidrogen (H⁺) akan bertindak balas dengan ion hidroksida (OH⁻) daripada resin untuk membentuk air. Pengurangan asid ini akan menyebabkan peningkatan nilai pH jus mengkudu (Calle et al. 2002). Namun begitu, penambahan bahan perisa lemon pada kepekatan yang berbeza iaitu 0, 4 dan 8% tidak memberikan kesan yang signifikan ke atas pH ekstrak mengkudu asli dan ekstrak mengkudu ternyahasid.

JUMLAH KANDUNGAN FENOL (TPC)

Rajah 2 menunjukkan min jumlah kandungan fenol dalam sampel ekstrak mengkudu asli dengan 0, 4 dan 8% perisa

lemon dan sampel ekstrak mengkudu ternyahasid dengan 0, 4 dan 8% perisa lemon. Berdasarkan data pada Rajah 2, didapati bahawa tiada perbezaan signifikan bagi kandungan fenol antara sampel asli dengan 0, 4 dan 8% penambahan bahan perisa lemon. Hubungan yang sama turut kelihatan bagi sampel ekstrak mengkudu ternyahasid dengan 0, 4 dan 8% perisa lemon.

Perbezaan penambahan peratus perisa lemon tidak memberikan perubahan yang signifikan ke atas kandungan fenol di dalam buah mengkudu. Hal ini kerana, selain daripada komponen meruap yang terkandung di dalam esen lemon terdapat hanya sedikit komponen yang tidak meruap (2-15%) di dalam minyak kulit citrus yang mempunyai ciri-ciri antioksidan seperti *coumarins*, *psoralens* dan *polymethoxylated flavones* (Dugo et al. 2002). Seterusnya, jumlah kandungan fenol menurun secara signifikan ($p < 0.05$) bagi ekstrak mengkudu ternyahasid dengan 0, 4 dan 8% bahan perisa lemon berbanding ekstrak mengkudu asli dengan nilai bacaan masing-masing iaitu 538.02 ± 28.74 , 550.28 ± 25.38 dan 552.77 ± 25.67 mg GAE/L. Data yang diperoleh ini sama seperti hasil kajian yang dilakukan oleh Noor Hafiza et al. (2009) dan Haslaniza et al. (2015a) iaitu penggunaan resin Amberlite IRA-67 telah mengurangkan jumlah kandungan fenol dalam jus mengkudu. Kajian lepas telah membuktikan bahawa kebanyakan kandungan sebatian fenol di dalam buah mengkudu adalah bersifat tidak berkutub (Zin et al. 2002). Manakala resin Amberlite IRA-67 pula mempunyai keporosan yang tinggi dan struktur matriknya yang bersifat hidrofobik yang mendorong kepada penjerapan sebatian fenol tidak berkutub melalui interaksi hidrofobik (Carmona et al. 2006) dan kuasa van der Waals (Geng et al. 2009). Justeru, terdapat kemungkinan bahawa interaksi sebatian fenol dengan resin adalah interaksi hidrofobik (Haslaniza et al. 2015a). Interaksi ini telah menyebabkan penurunan jumlah fenol di dalam jus buah mengkudu.

UJIAN PENANGKAPAN RADIKAL BEBAS (DPPH)

Aktiviti antioksidan dalam ekstrak mengkudu turut dinilai melalui ujian penangkapan radikal bebas (DPPH). Ini kerana kandungan fenol yang tinggi tidak mencukupi untuk membuktikan aktiviti antioksidan yang tinggi maka ujian DPPH juga perlu dijalankan (Chew et al. 2011). Peratusan penangkapan radikal bebas DPPH ekstrak mengkudu asli dan ekstrak mengkudu ternyahasid dengan 0, 4 dan 8% perisa lemon boleh diperhatikan pada Rajah 3. Tiada perbezaan signifikan antara ekstrak mengkudu asli dengan penambahan 4 dan 8% bahan perisa lemon, iaitu nilai bacaan masing-masing 82.27 ± 8.91 , 84.75 ± 3.34 dan $86.78 \pm 3.14\%$. Situasi yang sama juga dapat diperhatikan bagi ekstrak mengkudu ternyahasid dengan 0, 4 dan 8% bahan perisa lemon, tiada perbezaan yang ketara untuk peratusan penangkapan radikal bebas iaitu dengan nilai bacaan 62.35 ± 3.06 , 64.27 ± 2.28 dan $65.04 \pm 2.69\%$.

Kapasiti antioksidan dalam ekstrak mengkudu menurun secara signifikan ($p < 0.05$) selepas ternyahasid dengan resin Amberlite IRA-67. Walaupun ekstrak mengkudu segar mengandungi kandungan antioksidan yang tinggi, penyahasidan telah menyebabkan pengurangan terhadap peratusan penangkapan radikal bebas DPPH (Haslaniza et al. 2018). Nilai yang diperoleh daripada ujian DPPH ini adalah sama seperti kajian yang dilakukan oleh Fong et al. (2017). Perkara ini terjadi disebabkan oleh interaksi hidrofobik (Carmona et al. 2006) dan kuasa van der Waals (Geng et al. 2009) antara resin Amberlite IRA-67 dengan sebatian fenol yang berfungsi sebagai penangkap radikal bebas (Chan-Blanco et al. 2006; Dixon et al. 1999; Elkins 2002). Oleh itu, penurunan jumlah kandungan fenol (TPC) secara signifikan ($p < 0.05$) mungkin turut menyebabkan penurunan peratusan penangkapan radikal bebas DPPH secara signifikan ($p < 0.05$).

KUASA PENURUNAN FERIK (FRAP)

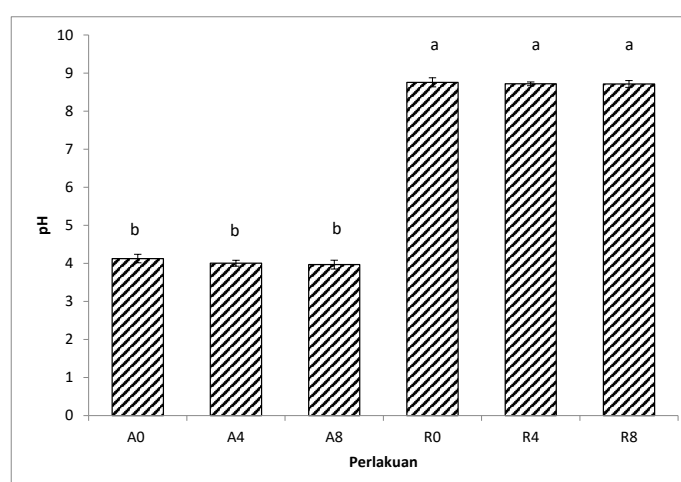
Rajah 4 menunjukkan kuasa penurunan ferik ekstrak mengkudu dengan perlakuan yang berbeza. Data yang diperoleh menunjukkan terdapat perbezaan signifikan ($p < 0.05$) antara nilai penurunan ferik ekstrak mengkudu asli dengan ekstrak mengkudu yang ternyahasid dengan semua penambahan perisa lemon. Nilai penurunan ferik ekstrak mengkudu asli iaitu $14268.82 \pm 810.24 \mu\text{mol Fe(II)/mL}$ adalah lebih tinggi secara signifikan ($p < 0.05$) berbanding ekstrak mengkudu ternyahasid. Ini mungkin berpunca daripada penjerapan kumpulan polifenol di dalam jus mengkudu oleh resin penukar ion yang menyebabkan berlakunya pengurangan kapasiti antioksidan yang berupaya menurunkan Fe(III).

Nilai penurunan ferik ekstrak mengkudu ternyahasid 0, 4 dan 8% perisa lemon menurun secara signifikan

($p < 0.05$) dengan nilai bacaan $5324.87 \pm 312.03 \mu\text{mol Fe(II)/mL}$, $5645.52 \pm 88.57 \mu\text{mol Fe(II)/mL}$ dan $5582.89 \pm 109.23 \mu\text{mol Fe(II)/mL}$. Data ini disokong oleh kajian yang dijalankan oleh Haslaniza et al. (2015), semua jus mengkudu yang ternyahasid dengan menggunakan tiga jenis resin yang berlainan (Amberlite IRA-67 & IRA-96 dan Duolite-A7) mempunyai nilai FRAP yang lebih rendah daripada ekstrak mengkudu asli (tanpa nyahasid). Manakala penambahan perisa lemon pada kepekatan 4 dan 8% tidak memberikan perubahan yang signifikan pada ekstrak mengkudu asli dan ekstrak mengkudu ternyahasid. Ini mungkin disebabkan oleh kandungan antioksidan yang rendah pada sumber sintetik bahan perisa lemon. Menurut Jayathilakan et al. (2007), antioksidan yang diperoleh daripada sumber asli seperti bunga cengkih dan kayu manis adalah lebih tinggi berbanding antioksidan sintetik.

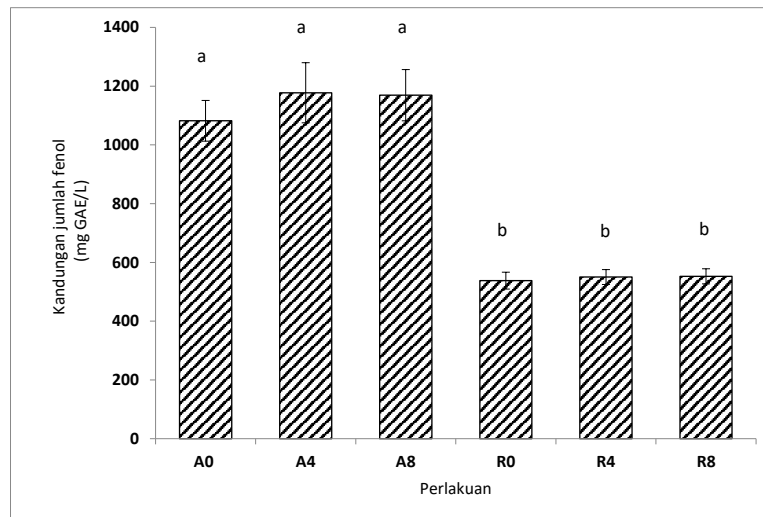
KORELASI AKTIVITI ANTIOKSIDAN

Jadual 1 menunjukkan korelasi antara aktiviti antioksidan berdasarkan kaedah TPC, DPPH dan FRAP. Nilai pekali korelasi, r adalah menggunakan kaedah korelasi Spearman. Korelasi positif yang tinggi dapat dilihat bagi semua kaedah iaitu kaedah TPC dengan DPPH dan FRAP dengan DPPH, masing-masing dengan nilai $r = 0.943$, $p < 0.05$ manakala korelasi TPC dengan FRAP adalah $r = 0.886$, $p < 0.05$. Hal ini adalah disebabkan oleh sebatian fenol yang tinggi di dalam buah-buahan berfungsi sebagai antioksidan sekunder jenis hidrofilik (Wang & Su 2001). Korelasi yang tinggi bagi TPC dengan FRAP juga disebabkan oleh mekanisme yang sama dengan kedua-dua kaedah melibatkan proses pengoksidaan dan pengurangan (redoks) oleh antioksidan.



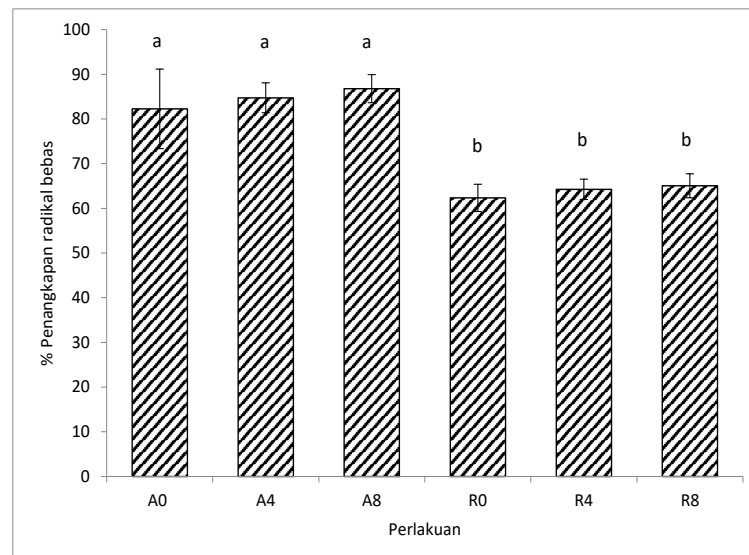
^{a-b} Min dengan abjad yang berbeza menunjukkan perbezaan signifikan ($p < 0.05$). A0 - Sampel ekstrak mengkudu asli (tanpa penyahasidan dan perisa lemon), A4 - Sampel ekstrak mengkudu asli dengan 4% perisa lemon, A8 - Sampel ekstrak mengkudu asli dengan 8% perisa lemon, R0 - Sampel ekstrak mengkudu ternyahasid dengan 0% perisa lemon, R4 - Sampel ekstrak mengkudu ternyahasid dengan 4% perisa lemon dan R8 - Sampel ekstrak mengkudu ternyahasid dengan 8% perisa lemon.

RAJAH 1. Nilai pH ekstrak mengkudu dengan perlakuan penyahasidan dan peratusan penambahan perisa lemon yang berbeza



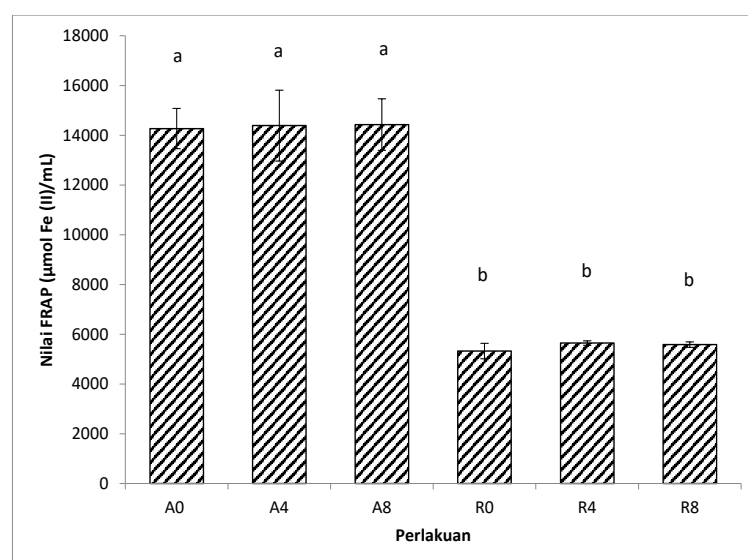
^{a-b} Min dengan abjad yang berbeza menunjukkan perbezaan signifikan ($p < 0.05$). A0 - Sampel ekstrak mengkudu asli (tanpa penyahasilan dan perisa lemon), A4 - Sampel ekstrak mengkudu asli dengan 4% perisa lemon, A8 - Sampel ekstrak mengkudu asli dengan 8% perisa lemon, R0 - Sampel ekstrak mengkudu ternyahasad dengan 0% perisa lemon, R4 - Sampel ekstrak mengkudu ternyahasad dengan 4% perisa lemon dan R8 - Sampel ekstrak mengkudu ternyahasad dengan 8% perisa lemon.

RAJAH 2. Kandungan jumlah fenol (TPC) ekstrak mengkudu dengan perlakuan penyahasilan dan peratusan penambahan perisa lemon yang berbeza



^{a-b} Min dengan abjad yang berbeza menunjukkan perbezaan signifikan ($p < 0.05$). A0 - Sampel ekstrak mengkudu asli (tanpa penyahasilan dan perisa lemon), A4 - Sampel ekstrak mengkudu asli dengan 4% perisa lemon, A8 - Sampel ekstrak mengkudu asli dengan 8% perisa lemon, R0 - Sampel ekstrak mengkudu ternyahasad dengan 0% perisa lemon, R4 - Sampel ekstrak mengkudu ternyahasad dengan 4% perisa lemon dan R8 - Sampel ekstrak mengkudu ternyahasad dengan 8% perisa lemon.

RAJAH 3. Peratusan penangkapan radikal bebas (DPPH) ekstrak mengkudu dengan perlakuan penyahasilan dan peratusan penambahan perisa lemon yang berbeza



^{a-b} Min dengan abjad yang berbeza menunjukkan perbezaan signifikan ($p < 0.05$). A0 - Sampel ekstrak mengkudu asli (tanpa penyahasilan dan perisa lemon), A4 - Sampel ekstrak mengkudu asli dengan 4% perisa lemon, A8 - Sampel ekstrak mengkudu asli dengan 8% perisa lemon, R0 - Sampel ekstrak mengkudu ternyahasid dengan 0% perisa lemon, R4 - Sampel ekstrak mengkudu ternyahasid dengan 4% perisa lemon dan R8 - Sampel ekstrak mengkudu ternyahasid dengan 8% perisa lemon.

RAJAH 4. Nilai kuasa penurunan ferik (FRAP) ekstrak mengkudu dengan perlakuan penyahasilan dan peratusan penambahan perisa lemon yang berbeza

JADUAL 1. Pekali korelasi Spearman (r) aktiviti antioksidan bagi kaedah TPC, DPPH dan FRAP ekstrak mengkudu dengan perlakuan penyahasilan dan penambahan perisa lemon yang berbeza

Pekali korelasi (r)	TPC	DPPH
TPC		
DPPH	0.943**	
FRAP	0.886*	0.943**

** Korelasi signifikan pada $p < 0.01$, * Korelasi signifikan pada $p < 0.05$.

KESIMPULAN

Nilai kandungan jumlah fenol (TPC), peratus penangkapan radikal bebas (DPPH) dan nilai kuasa penurunan ferik (FRAP) didapati menurun secara signifikan ($p < 0.05$) setelah dinyahasid menggunakan Amberlite IRA-67 berbanding dengan sampel asli (tanpa nyahasid). Nilai pH pula

meningkat secara signifikan ($p < 0.05$) setelah dinyahasid. Kaedah penyahasilan berupaya untuk mengurangkan keasidan ekstrak mengkudu. Walau bagaimanapun, penambahan bahan perisa lemon ke atas ekstrak mengkudu asli dan ternyahasid tidak memberikan kesan yang signifikan ke atas ciri-ciri antioksidan.

PENGHARGAAN

Penyelidik menyatakan penghargaan kepada Kementerian Pendidikan Malaysia atas bantuan kewangan di bawah *Exploratory Research Grant Scheme* melalui Geran ERGS/1/2013/STWN03/UKM/02/1.

RUJUKAN

- Akowuah, G.A., Ismail, Z., Norhayati, I. & Sadikun, A. 2005. The effects of different extraction solvents of varying polarities on polyphenols of *Orthosiphon stamineus* and evaluation of the free radical-scavenging activity. *Food Chemistry* 93(2): 311-317.
- Anh, K.T.B., Antony, B. & Filomena, P. 2006. Polysaccharide composition of the fruit juice of *Morinda citrifolia* (Noni). *Phytochemistry* 67(12): 1271-1275.
- Antara, N.T., Pohan, H.G. & Subagja. 2001. Pengaruh tingkat kematangan dan proses terhadap karakteristik sari buah mengkudu. *Warta IHP/J. of Agro-Based Industry* 18(1-2): 25-31.
- Benzie, I.F. & Strain, J. 1996. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": The FRAP assay. *Analytical Biochemistry* 239(1): 70-76.
- Calle, E.V., Ruales, J., Dornier, M., Sandeaux, J., Sandeaux, R. & Pourcelly, G. 2002. Deacidification of the clarified passion fruit juice (*P. edulis F. flavicarpa*). *Desalination* 149(1): 357-361.
- Carmona, M., Lucas, A., Valverde, J., Velasco, B. & Rodriguez, J. 2006. Combined adsorption and ion exchange equilibrium of phenol on Amberlite IRA-420. *Chemical Engineering Journal* 117(2): 155-160.
- Chan-Blanco, Y., Vaillant, F., Mercedes Perez, A., Reynes, M., Brillouet, J.M. & Brat, P. 2006. The Noni fruit (*Morinda citrifolia* L.): A review of agricultural research, nutritional and therapeutic properties. *Journal of Food Composition and Analysis* 19(6-7): 645-654.
- Cheah, S.L., Pung, C.L., Haslaniza, H., Sahilah, A.M. & Maskat, M.Y. 2014. Kesan fermentasi terhadap ciri fizikokimia dan aktiviti antioksidan ekstrak mengkudu (*Morinda citrifolia* L.). *Sains Malaysiana* 43(12): 1907-1913.
- Chew, K.K., Khoo, M.Z., Ng, S.Y., Thoo, Y.Y., Aida, W.W. & Ho, C.W. 2011. Effect of ethanol concentration, extraction time and extraction temperature on the recovery of phenolic compounds and antioxidant capacity of *Orthosiphon stamineus* extracts. *International Food Research Journal* 18(4): 1427-1435.
- Delgado-Andrade, C., Conde-Aguilera, J.A., Haro, A., Pastoriza de la Cueva, S. & Rufián-Henares, J.Á. 2010. A combined procedure to evaluate the global antioxidant response of bread. *Journal of Cereal Science* 5(2): 239-246.
- Dittmar, A. 1993. *Morinda citrifolia* L. - Use in indigenous Samoan medicine. *Journal of Herbs, Spices and Medicine Plants* 1(3): 77-92.
- Dixon, A., McMillen, H. & Etkin, N. 1999. Ferment this: The transformation of Noni, a traditional polynesian medicine (*Morinda Citrifolia*, Rubiaceae). *Economic Botany* 53(1): 51-68.
- Dugo, G., Cotroneo, A., Verzera, A. & Bonaccorsi, I. 2002. *Composition of the Volatile Fraction of Cold-Pressed Citrus Peel Oils*. London: Taylor & Francis. pp. 1-15.
- Elkins, R. 2002. *The Noni Revolution: Today's Tropical Wonder that can Battle Disease, Boost Energy & Revitalize Your Health*. Utah: Woodland Publications. pp. 63-88.
- Fong, E.L., Khan, M.J., Wan Aida, W.M. & Maskat, M.Y. 2017. Effect of ion exchange resin weight and extract flow rate on the properties of starfruit (*Averrhoa carambola* L.) extract. *International Food Research Journal* 24(1): 121-125.
- Gao, Q., Pan, C., Liu, F., Lu, F., Wang, D., Zhang, J. & Zhu, Y. 2012. Adsorption characteristics of malic acid from aqueous solutions by weakly basic ion-exchange chromatography. *Journal of Chromatography A* 1251: 148-153.
- Geng, X., Ren, P., Pi, G., Shi, R., Yuan, Z. & Wang, C. 2009. High selective purification of flavonoids from natural plants based on polymeric adsorbent with hydrogen-bonding interaction. *Journal of Chromatography A* 1216(47): 8331-8338.
- Haslaniza, H., Ahmad, W.Y.W., Zubairi, S.I. & Maskat, M.Y. 2019. Effect of pH on adsorption of organic acids and phenolic compounds by amberlite ira 67 resin. *Jurnal Teknologi* 81(1): 69-81.
- Haslaniza, H., Zubairi, S.I., Wan Aida, W.M. & Maskat, M.Y. 2018. Characterizing the deacidification adsorption model of organic acids and phenolic compounds of Noni extract using weak base ion exchanger. *Journal of Chemistry* 2018: 1-10.
- Haslaniza, H., Ahmad, W.Y.W., Hassan, O. & Maskat, M.Y. 2015a. Interaction of antioxidants and organic acid from Noni (*Morinda citrifolia* L.) juice with ion exchange resins during deodorization via deacidification. *Der harma Chemica* 7(9): 9-21.
- Haslaniza, H., Yaacob, W.W., Zubairi, S.I. & Maskat, M.Y. 2015b. Potential of Amberlite IRA 67 resin for deacidification of organic acids in noni juice. *Der Pharma Chemica* 7(12): 62-69.
- Jayathilakan, K., Sharma, G.K., Radhakrishna, K. & Bawa, A.S. 2007. Antioxidant potential of synthetic and natural antioxidants and its effect on warmed-over-flavour in different species of meat. *Food Chemistry* 105(3): 908-916.
- Kieling, D.D. & Prudencio, S.H. 2019. Antioxidants properties, physicochemical, and sensory quality attributes of a new soy-based beverage with lemongrass and lime juice. *Journal of Culinary Science and Technology* 17(2): 103-117.
- Khalafu, S.H.S., Wan Aida, M.W., Lim, S.J. & Maskat, M.Y. 2017. Effects of deodorisation methods on volatile compounds, chemical properties and antioxidant activities of fucoidan isolated from brown seaweed (*Sargassum* sp.). *Algal Research* 25: 507-515.
- Luckow, T., Sheehan, V., Fitzgerald, G. & Delahunty, C. 2006. Exposure, health information and flavour-masking strategies for improving the sensory quality of probiotic juice. *Appetite* 47(3): 315-323.
- Maskat, M.Y. & Tan, S.M. 2011. Effect of heat treatment on the physico-chemical properties of Mengkudu (*Morinda citrifolia*) extract. *International Food Research Journal* 18(3): 966-970.

- Morton, J.F. 1992. The ocean-going Noni, or Indian mulberry (*Morinda citrifolia*, Rubiaceae) and some of its "colourful" relatives. *Ecological Botany* 46: 241-256.
- Nazrul, H., Mohd Lip, Saniah, K. & Normah, A. 2013. A new approach for reduction of chemical compounds causing undesirable odour in *Morinda citrifolia* fruit juice. *Journal of Tropical Agriculture and Food Science* 41(2): 257-264.
- Noor Hafiza, Y., Maskat, M.Y., Wan Aida, W.M. & Maaruf, A.G. 2009. Response surface optimization of deacidification process of mengkudu extract using ion-exchange resin. *Prosiding Seminar Kimia Bersama UKM-ITB VIII* 9-11. m.s. 444-450.
- Nur Hafiza, Z., Maskat, M.Y., Wan Aida, W.M. & Osman, H. 2010. Optimization of deacidification process for *Morinda citrifolia* extract using packed column of calcium carbonate. *International Food Research Journal* 17: 1051-1066.
- Ross, I.A. 2001. *Medical Plants of the World. Chemical Constituents, Traditional and Modern Medical Uses*. Humana Press: New Jersey.
- Singh, D.R. 2012. *Morinda citrifolia* L. (Noni): A review of the scientific validation for its nutritional and therapeutic properties. *Journal of Diabetes and Endocrinology* 3(6): 77-91.
- Sin, T.C., Khalafu, S.H.S., Mustapha, W.A.W., Maskat, M.Y. & Lim, S.J. 2018. Penyahbauan Fukoidan dan kesannya terhadap ciri fizikokimia dan aktiviti antipengoksidaan. *Sains Malaysiana* 47(7): 1501-1510.
- Slinkard, K. & Singleton, V.L. 1977. Total phenol analysis: Automation and comparison with manual methods. *American Journal of Enology and Viticulture* 28(1): 49-55.
- Wang, H., Wang, C.N. & Guo, M.R. 2019. Effects of addition of strawberry juice pre-or postfermentation on physiochemical and sensory properties of fermented goat milk. *Journal of Dairy Science* 102(6): 4978-4988.
- Wang, M.Y. & Su, C. 2001. Cancer preventative effect of *Morinda citrifolia* (Noni). *Annals of the New York Academy of Sciences* 952: 161-168.
- Wang, M.Y., West, B., Jensen, C.J., Nowicki, D., Su, C., Palu, A.K. & Anderson, G. 2002. *Morinda citrifolia* (Noni): A literature review and recent advances in Noni research. *Acta Pharmacologica Sinica* 23(12): 1127-1141.
- Yang, J., Gadi, R. & Thomson, T. 2011. Antioxidant capacity, total phenols, and ascorbic acid content of Noni (*Morinda citrifolia*) fruits and leaves at various stages of maturity. *Micronesica* 41(2): 167-176.
- Zin, Z., Abdul-Hamid, A. & Osman, A. 2002. Antioxidative activity of extracts from Mengkudu (*Morinda citrifolia* L.) root, fruit and leaf. *Food Chemistry* 78(2): 227-231

Jabatan Sains Makanan
Fakulti Sains dan Teknologi
Universiti Kebangsaan Malaysia
43600 UKM Bangi, Selangor Darul Ehsan
Malaysia

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

Diserahkan: 3 Mac 2020
Diterima: 25 September 2020