

Kesan Fermentasi terhadap Ciri Fizikokimia dan Aktiviti Antioksidan Ekstrak Mengkudu (*Morinda citrifolia* L.)

(Effect of Fermentation on the Physico-chemical Properties and Antioxidant Activities of Noni (*Morinda citrifolia* L.) Extract)

S.L. CHEAH, C.L. PUNG, H. HASLANIZA, A.M. SAHILAH & M.Y. MASKAT*

ABSTRAK

Penyelidikan ini dijalankan untuk mengkaji kesan fermentasi terhadap ciri fizikokimia dan aktiviti antioksidan ekstrak mengkudu. Analisis yang dilakukan adalah untuk menentukan nilai pH, keasidan tertitrat, jumlah pepejal terlarut ($^{\circ}$ Briks), jumlah kandungan fenolik (TPC) dan kuasa penyingkiran radikal bebas (DPPH) melibatkan fermentasi jangka pendek (0, 1 dan 2 minggu) dan jangka panjang (4, 6, 8, 10 dan 12 minggu). Bagi fermentasi jangka pendek, keputusan kajian menunjukkan nilai pH dan kuasa penyingkiran radikal bebas (DPPH) mengalami penurunan yang signifikan ($p < 0.05$) berbanding ekstrak mengkudu segar. Nilai pH, kandungan fenolik jumlah (TPC) dan kuasa penyingkiran radikal bebas (DPPH) menurun secara signifikan ($p < 0.05$) manakala keasidan tertitrat meningkat secara signifikan ($p < 0.05$) bagi fermentasi jangka panjang. Keputusan kajian ini menunjukkan bahawa pH, keasidan tertitrat, jumlah kandungan fenolik dan aktiviti antioksidan ekstrak mengkudu mengalami perubahan yang signifikan semasa fermentasi dijalankan. Hanya jumlah pepejal terlarut menunjukkan perubahan yang tidak signifikan ($p < 0.05$) setelah menjalani fermentasi. Berdasarkan keputusan yang diperolehi, fermentasi buah mengkudu didapati tidak menghasilkan kesan yang positif kepada aktiviti antioksidan dan jumlah kandungan fenolik bagi ekstrak buah mengkudu dengan fermentasi menghasilkan pengurangan aktiviti antioksidan dan jumlah kandungan fenolik yang ketara.

Kata kunci: Antioksidan; fermentasi; fizikokimia; *Morinda citrifolia* L.

ABSTRACT

This study was carried out to determine the effects of fermentation on the physicochemical properties and antioxidant activities of noni extract. The analyses carried out included pH value, titratable acidity, total soluble solid ($^{\circ}$ Brix), total phenolic content (TPC) and free radical scavenging ability (DPPH) involving short (0, 1 and 2 weeks) and long (4, 6, 8, 10 dan 12 weeks) period fermentation. For short period fermentation, the results showed that pH value and free radical scavenging ability (DPPH) was significantly ($p < 0.05$) decreased compared with fresh noni extract. The pH value, TPC and scavenging activity of radical DPPH decreased significantly ($p < 0.05$) while titratable acidity increased significantly ($p < 0.05$) for the long period fermentation. The results obtained from this study showed the pH value, titratable acidity, total phenolic content and antioxidant activity were significantly different after fermentation except for total soluble solid. Based on the results, fermentation of noni fruit do not give positive effects on noni extract where fermentation obviously leads to reduction of antioxidant activities.

Keywords: Antioxidant; fermentation; *Morinda citrifolia* L.; physicochemical properties

PENGENALAN

Mengkudu adalah nama tempatan bagi *Morinda citrifolia* L. (Zin et al. 2006). Ia merupakan tumbuhan renek daripada famili kopi-kopian (Rubiaceae) yang tumbuh di sekitar kawasan tropika dan dikenali dengan pelbagai nama vernakular seperti 'Indian mulberry', 'noni', 'great morinda' dan mona (Jules & Robert 2008). Mengkudu dipercayai berasal dari Asia Tenggara dan Australia. Tumbuhan ini mempunyai pelbagai kebaikan seperti merangsang sistem imun, melawan jangkitan bakteria, virus, parasit dan kulat serta mencegah pembentukan dan proliferasi tumor termasuk malignan (Dixon et al. 1999; Earle 2001).

Jus mengkudu diproses dengan pelbagai cara antaranya melalui proses fermentasi (Newton 2003). Fermentasi buah mengkudu melibatkan buah yang telah matang disimpan di dalam bekas fermentasi (kaca atau keluli tahan karat) antara lapan minggu hingga enam bulan (Newton 2003; Russell 2000). Bekas berkenaan ditutup untuk membekalkan keadaan anaerobik (tanpa kehadiran oksigen). Semasa proses fermentasi, jus mengkudu mula keluar daripada buah yang lembut dan masak ranum di dalam bekas fermentasi. Proses ini menghasilkan pengumpulan gas di dalam bekas fermentasi tersebut. Semakin lama proses fermentasi, warna ekstrak menjadi semakin gelap (Nelson & Elevitch 2006). Proses fermentasi semula jadi adalah

sangat rumit dan bergantung kepada mikroorganisma liar dalam sesuatu makanan. Walaupun ekstrak mengkudu telah lama digunakan sebagai herba, hasil kajian saintifik yang diterbitkan mengenai sifat perubatannya terutama dalam proses fermentasi adalah terhad (Dixon et al. 1999).

Buah mengkudu yang masak mengeluarkan bau busuk yang sangat kuat (Dixon et al. 1999; Morton 1992). Fermentasi merupakan salah satu alternatif untuk menghilangkan bau busuk mengkudu dengan pengurangan nilai keasidan buah tersebut. Walaupun banyak kajian yang dijalankan terhadap proses fermentasi buah mengkudu bagi tujuan penyahasidan, pada ketika ini terdapat kekurangan kajian yang melihat kesan fermentasi terhadap ciri fizikokimia dan aktiviti antioksidan ekstrak mengkudu. Justeru, kajian ini dijalankan bagi menentukan ciri fizikokimia dan aktiviti antioksidan ekstrak mengkudu selepas proses fermentasi.

BAHAN DAN KAEDAH

BAHAN

Buah mengkudu yang digunakan dalam kajian ini diperolehi dari Sungai Mati, Muar, Johor. Buah yang dipetik ialah pada tahap kematangan empat, berwarna kuning keputihan dan sedikit keras (Blanco et al. 2006). Sebelum proses pengekstrakan dijalankan, buah mengkudu diperam selama dua hari pada suhu bilik (Nur Hafiza et al. 2010).

PROSES FERMENTASI

Proses fermentasi dijalankan di dalam inkubator pada suhu 30°C menggunakan botol kaca yang kedap udara untuk membekalkan keadaan fakultatif anaerobik (pendedahan kepada oksigen yang minimum). Buah mengkudu dibahagikan kepada dua kumpulan, iaitu fermentasi jangka masa pendek (0 hari, 1 minggu dan 2 minggu) dan fermentasi jangka masa panjang (4, 6, 8, 10 dan 12 minggu). Setiap tempoh fermentasi dijalankan menggunakan botol kaca yang berbeza. Pada akhir setiap tempoh fermentasi, buah mengkudu dikeluarkan untuk pengekstrakan jus.

PENYEDIAAN EKSTRAK BUAH MENGGUDU

Buah mengkudu dicuci menggunakan air paip. Kemudian, buah dipotong kecil sebelum dikisar menggunakan pengisar makanan berjenama National™ dengan air suling pada nisbah 1:1 (berat mengkudu: berat air). Ekstrak ditapis menggunakan kain kasa dan diempar pada kelajuan 4000 rpm selama 25 min. Pengemparan dilakukan untuk menyingkirkan bendasing dan pulpa pada larutan ekstrak. Ekstrak terempar ditapis sekali lagi dan seterusnya analisis fizikokimia dijalankan.

NILAI pH

Pengukuran nilai pH dilakukan menggunakan meter pH (Model PHM 210, Radiometer Analytical, France) yang

telah dikalibrasi dengan larutan penimbal pH4.0 dan pH7.0. Pengukuran nilai pH dijalankan ke atas 10 mL sampel ekstrak mengkudu pada suhu bilik. Ekstrak mengkudu dikacau terlebih dahulu sebelum bacaan pH diambil.

KEASIDAN TERTITRAT

Keasidan tertitrat diukur berdasarkan kaedah Cheng et al. (2007). Sebanyak 5 mL ekstrak mengkudu dipipet ke dalam kelalang Erlenmeyer bersaiz 25 mL. Sebanyak 3-5 titis larutan penunjuk fenoltalein (1%, Sigma, USA) ditambah ke dalam sampel dan kelalang digoncang. Sampel ini dititrat menggunakan larutan 0.1 N larutan NaOH (Sigma, USA) sehingga terdapat perubahan warna sampel ke warna merah jambu. Nilai jumlah larutan 0.1 N NaOH yang digunakan diambil. Jumlah keasidan tertitrat dikira mewakili asid piawai sampel menggunakan persamaan berikut:

$$TA \text{ (g asid sitrik/mL)} = \frac{(V)(N)(w)(100)}{(1000)(v)}$$

dengan, V ialah isi padu NaOH yang digunakan (mL); N ialah kenormalan NaOH yang digunakan; w ialah berat milisetara piawai (asid sitrik) dan v ialah isi padu sampel (mL).

JUMLAH PEPEJAL TERLARUT (°BRIKS)

Jumlah kandungan pepejal terlarut diukur menggunakan refraktometer tangan (Atago N-50E, Japan) pada ukuran 0-50% Briks. Air suling digunakan sebagai rujukan.

PENENTUAN JUMLAH KANDUNGAN FENOLIK (TPC)

Pengukuran jumlah kandungan fenolik bagi ekstrak mengkudu dilakukan menggunakan reagen Folin-Ciocalteu seperti kaedah Singleton dan Rossi (1965). Sampel dimasukkan ke dalam tabung uji yang berbeza dan ditambah dengan 5 mL reagen *Folin-Ciocalteu* (pencairan sebanyak 10 kali dilakukan). Selepas 5 minit, 4 mL larutan 7.5% natrium karbonat ditambah ke dalam campuran tersebut dan digoncang. Larutan ini dibiarkan dalam keadaan gelap dan pada suhu bilik selama 2 jam. Bacaan nilai penyerapan diukur menggunakan spektrofotometer (Spectronic 20 Genesys, Thermo Fisher Scientific, USA) pada jarak gelombang 765 nm. Sampel diukur sebanyak tiga replikasi. Lengkuh piawai larutan asid galik (0, 100, 200, 300, 400 dan 500 ppm) disediakan menggunakan prosedur yang sama. Kandungan fenol dalam ekstrak mengkudu dinyatakan sebagai mg GAE/100 g sampel ekstrak.

PENENTUAN KUASA PENYINGKIRAN RADIKAL BEBAS (DPPH)

Aktiviti antioksidan bagi ekstrak mengkudu dilakukan mengikut kaedah seperti dinyatakan oleh Akowuah et al. (2005). Larutan DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) berkepekatan 0.1 mM disediakan menggunakan metanol.

Sebanyak 200 µL ekstrak mengkudu dicampur dengan 2 mL larutan DPPH (0.1 mM) dan 0.8 mL metanol. Campuran digoncang dan disimpan dalam keadaan gelap pada suhu bilik selama satu jam. Bacaan nilai penyerapan diambil pada jarak gelombang 517 nm menggunakan spektrofotometer (Spectronic 20 Genesys, Thermo Fisher Scientific, USA). Sampel diukur sebanyak tiga replikasi. Peratus penyingkiran radikal bebas DPPH dikira berdasarkan formula:

$$\% \text{ Penyingkiran DPPH} = \frac{Abs_{kawalan} - Abs_{sampel}}{Abs_{kawalan}} \times 100\%.$$

ANALISIS STATISTIK

Data yang diperoleh dianalisis dengan ujian ANOVA dan DUNCAN menggunakan perisian *Statistical Analysis System* versi 9.1 (SAS). Dalam semua analisis yang dilakukan, aras keyakinan yang digunakan adalah 95% ($p=0.05$). Kesemua analisis dijalankan sebanyak tiga replikasi.

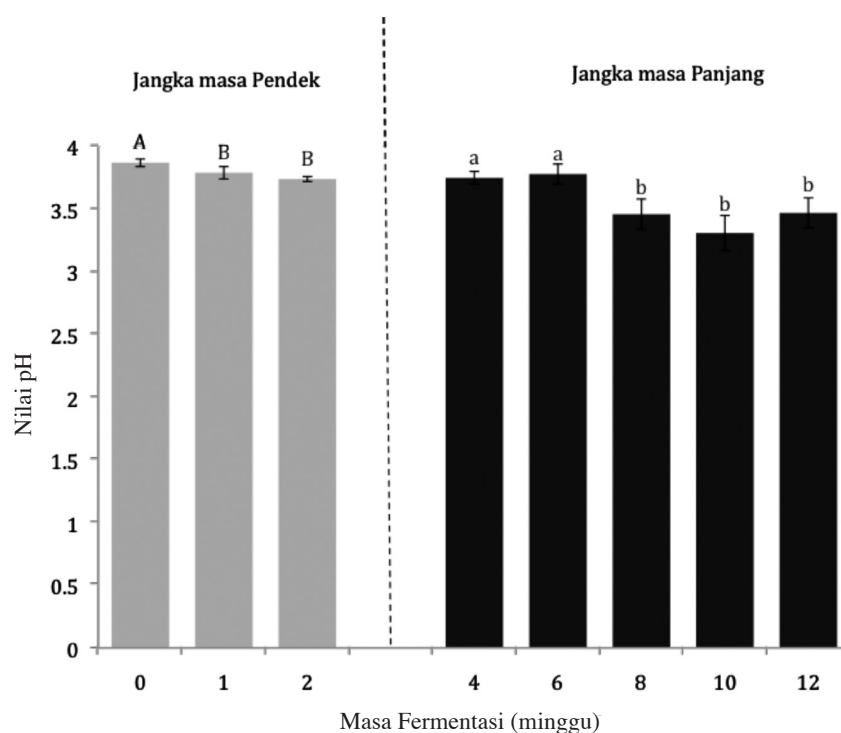
KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

ANALISIS FIZIKOKIMIA

Nilai pH Rajah 1 menunjukkan perubahan pH sepanjang tempoh fermentasi ekstrak mengkudu bagi jangka masa pendek dan panjang. Nilai pH ekstrak mengkudu segar

(tidak difermentasi) adalah 3.87 ± 0.03 . Nilai ini adalah lebih tinggi secara signifikan ($p < 0.05$) jika dibandingkan dengan ekstrak mengkudu yang difermentasi selama satu dan dua minggu, iaitu masing-masing menunjukkan nilai 3.79 ± 0.05 dan 3.74 ± 0.02 . Bagi fermentasi jangka masa panjang pula, pH ekstrak mengkudu yang difermentasi selama empat dan enam minggu tidak menunjukkan perbezaan signifikan ($p < 0.05$) iaitu masing-masing memberikan nilai 3.75 ± 0.05 dan 3.78 ± 0.08 . Namun begitu, apabila jangka masa fermentasi ditingkatkan, terdapat penurunan nilai pH secara signifikan ($p < 0.05$) iaitu masing-masing menunjukkan nilai 3.46 ± 0.12 (minggu ke-8), 3.31 ± 0.14 (minggu ke-10) dan 3.47 ± 0.12 (minggu ke-12).

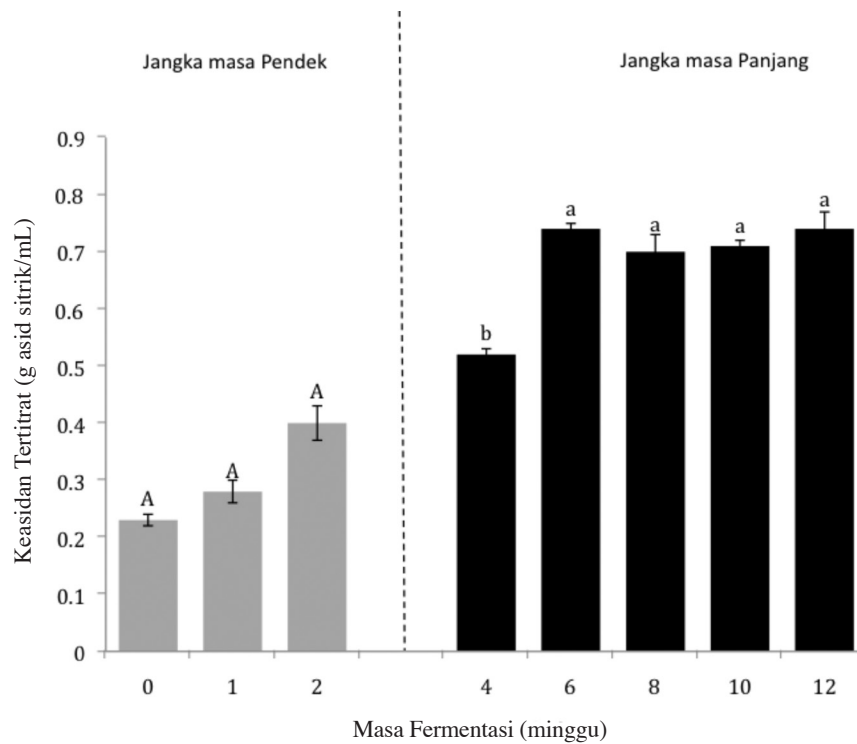
Secara umumnya, nilai pH menunjukkan penurunan apabila jangka masa fermentasi ditingkatkan. Hal ini mungkin disebabkan oleh gula semula jadi (glukosa, fruktosa dan sukrosa) di dalam ekstrak mengkudu ditukarkan kepada asid-asid organik lalu menurunkan nilai pH kepada 3.5 atau kurang semasa proses fermentasi berlaku (Ram 2003; Russell 2000). Proses ini turut menjadikan ekstrak mengkudu kurang manis, lebih berasid dan masam (Helen et al. 2007). Fermentasi ini disebabkan oleh bakteria yang mengubah produk akhir ekstrak mengkudu kepada asid organik tanpa alkohol. Sebaliknya, fermentasi oleh yis pula tidak akan mengubah nilai pH dan melibatkan pertukaran gula kepada etanol dan karbon dioksida (Hui et al. 2004).



^{A-B} Min bagi jangka masa fermentasi pendek dengan abjad berbeza menunjukkan perbezaan signifikan ($p < 0.05$)

^{a-b} Min bagi jangka masa fermentasi panjang dengan abjad berbeza menunjukkan perbezaan signifikan ($p < 0.05$)

RAJAH 1. Perubahan nilai pH ekstrak mengkudu semasa proses fermentasi jangka masa pendek dan panjang



^{A-B} Min bagi jangka masa fermentasi pendek dengan abjad berbeza menunjukkan perbezaan signifikan ($p < 0.05$)

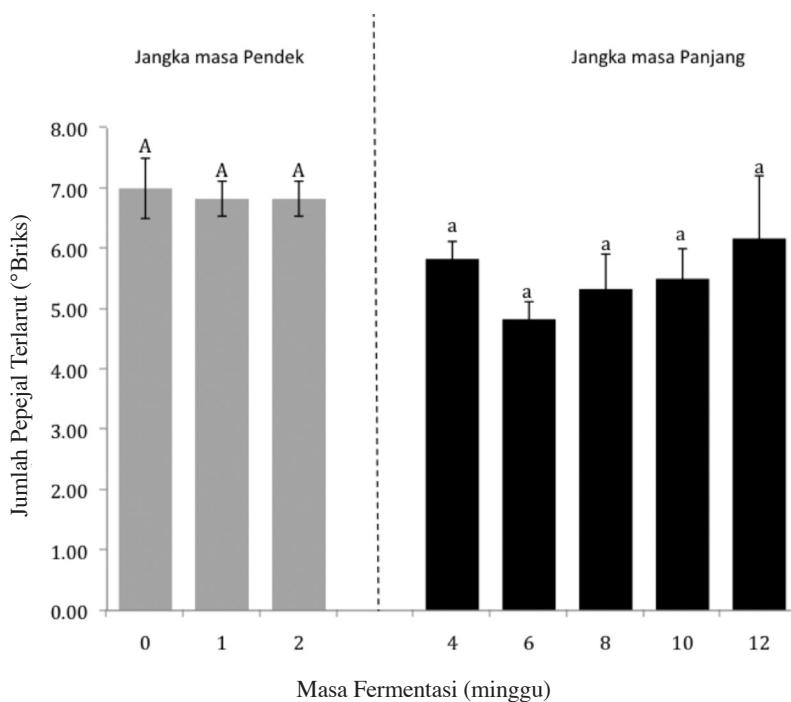
^{a-b} Min bagi jangka masa fermentasi panjang dengan abjad berbeza menunjukkan perbezaan signifikan ($p < 0.05$)

RAJAH 2. Perubahan keasidan tertitrat ekstrak mengkudu semasa proses fermentasi jangka masa pendek dan panjang

Keasidan Tertitrat Berdasarkan Rajah 2, tiada perbezaan signifikan ($p > 0.05$) diperhatikan pada nilai keasidan tertitrat ekstrak mengkudu semasa fermentasi jangka masa pendek. Nilai keasidan tertitrat ekstrak mengkudu segar adalah 0.24 ± 0.01 , manakala pada minggu ke-2 dan ke-3 masing-masing mencatatkan nilai 0.28 ± 0.05 dan 0.40 ± 0.03 g asid sitrik/mL. Bagi fermentasi jangka masa panjang pula, nilai keasidan tertitrat meningkat secara signifikan ($p < 0.05$) iaitu 0.52 ± 0.01 g asid sitrik/mL (minggu ke-4) kepada 0.74 ± 0.01 g asid sitrik/mL (minggu ke-6). Hasil ini sama seperti yang dilaporkan oleh Ram (2003) dalam kajiannya terhadap produk mengkudu. Beliau menyatakan bahawa gula dalam ekstrak mengkudu tersebut bertukar menjadi asid organik dan menyebabkan peningkatan keasidan tertitrat semasa proses fermentasi. Fermentasi anaerobik akan menguraikan glukosa kepada asid piruvik yang seterusnya diuraikan kepada produk akhir seperti karbon dioksida, alkohol dan asid organik contohnya asid laktik (Nelson & Elevitch 2006). Asid organik yang terhasil ini menyumbang kepada peningkatan nilai keasidan tertitrat tersebut. Selepas minggu ke-6, apabila tempoh fermentasi ditingkatkan, keasidan tertitrat menunjukkan perbezaan tidak signifikan. Keasidan tertitrat memberikan bacaan 0.70 ± 0.03 g asid sitrik/mL (minggu ke-8), 0.71 ± 0.01 g asid sitrik/mL (minggu ke-10) dan 0.74 ± 0.03 g asid sitrik/mL (minggu ke-12). Ini mungkin disebabkan oleh penguraian asid semasa proses fermentasi telah mencapai tahap malar.

Jumlah Pepejal Terlarut (Nilai °Briks) Nilai °Briks menunjukkan kandungan semua pepejal terlarut dalam sampel yang dikaji termasuk mineral terlarut, karbohidrat (gula dan kanji) dan bahan kimia lain yang larut seperti asid amino dan enzim. (Frances & Keith 2001). Secara umumnya, nilai °Briks yang tinggi menunjukkan sampel berkualiti tinggi dan lebih berkhasiat. Menurut Nelson dan Elevitch (2006), ekstrak mengkudu segar mengandungi bahan larut pepejal seperti serat, protein, karbohidrat (sukrosa, fruktosa dan dekstrosa), asid organik, mineral dan vitamin. Merujuk kepada Rajah 3, nilai °Briks bagi ekstrak mengkudu segar memberikan bacaan 7.00 ± 0.50 . Secara keseluruhannya, tiada perbezaan signifikan diperhatikan pada ekstrak mengkudu yang mengalami proses fermentasi jangka masa pendek dan panjang. Ini mungkin disebabkan oleh penghasilan asid organik daripada penguraian gula (sukrosa, glukosa atau fruktosa) semasa proses fermentasi (Helen et al. 2007).

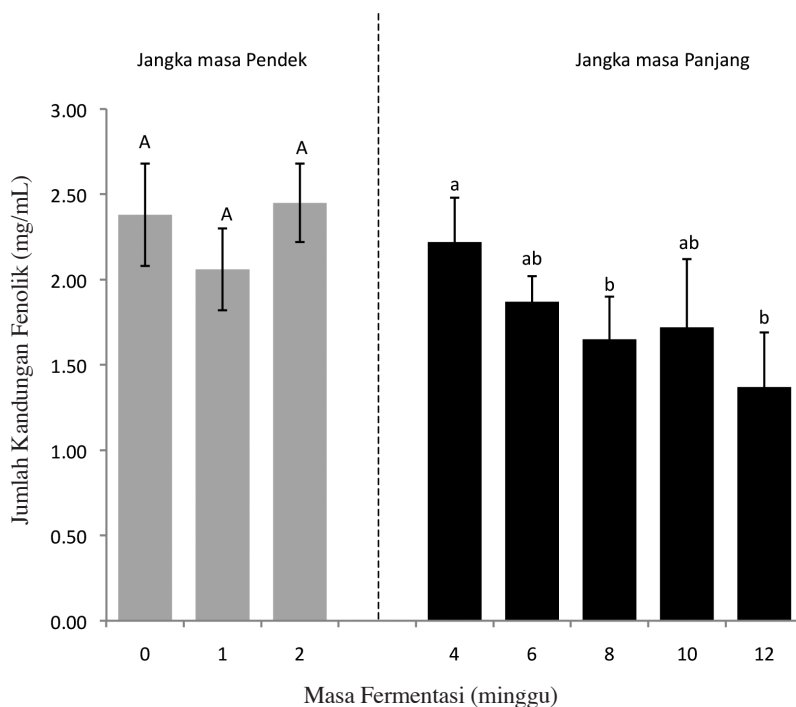
Jumlah Kandungan Fenolik (TPC) Mengkudu dilaporkan mengandungi jumlah kandungan fenolik yang menyumbang kepada nilai khasiatnya (Wang & Su 2001). Perubahan jumlah kandungan fenolik semasa proses fermentasi jangka masa pendek dan panjang ditunjukkan pada Rajah 4. Perubahan kandungan fenolik (mg/mL) dalam tempoh fermentasi jangka masa pendek (0, 1 dan 2 minggu) didapati tidak signifikan dengan nilai bacaan masing-masing iaitu 2.06 ± 0.24 dan 2.45 ± 0.23 mg/mL.



^{A-B} Min bagi jangka masa fermentasi pendek dengan abjad berbeza menunjukkan perbezaan signifikan ($p < 0.05$)

^{a-b} Min bagi jangka masa fermentasi panjang dengan abjad berbeza menunjukkan perbezaan signifikan ($p < 0.05$)

RAJAH 3. Perubahan jumlah pepejal terlarut ekstrak mengkudu semasa proses fermentasi jangka masa pendek dan panjang



^{A-B} Min bagi jangka masa fermentasi pendek dengan abjad berbeza menunjukkan perbezaan signifikan ($p < 0.05$)

^{a-b} Min bagi jangka masa fermentasi panjang dengan abjad berbeza menunjukkan perbezaan signifikan ($p < 0.05$)

RAJAH 4. Perubahan jumlah kandungan fenolik ekstrak mengkudu semasa proses fermentasi jangka masa pendek dan panjang

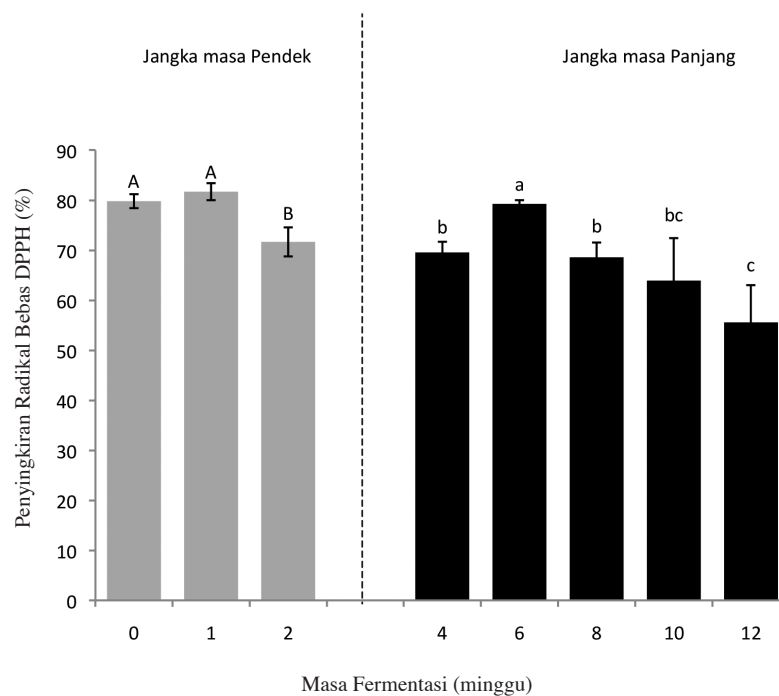
Bagi tempoh fermentasi jangka masa panjang (4, 6, 8, 10 dan 12 minggu) pula, jumlah kandungan fenolik didapati mengalami penurunan secara signifikan ($p < 0.05$) apabila masa fermentasi ditingkatkan iaitu 2.22 ± 0.26 mg/mL (minggu ke-4) kepada 1.37 ± 0.32 mg/mL (minggu ke-12).

Hasil yang diperoleh adalah sama seperti yang dilaporkan dalam kajian Yang et al. (2007) dengan jumlah kandungan fenolik didapati dalam ekstrak mengkudu semasa fermentasi adalah agak tekal pada 10 minggu yang pertama dan seterusnya mengalami penurunan sebanyak 30-40% pada minggu ke-12. Aikpokpodion dan Dongo (2010) juga menyatakan kandungan polifenol biji koko didapati mengalami penurunan apabila masa fermentasi ditingkatkan. Penurunan kandungan fenolik ini mungkin disebabkan oleh degradasi sebatian tersebut akibat mekanisme detoksifikasi oleh bakteria asid laktik atau pembentukan fenolik polimer daripada fenolik ringkas semasa proses fermentasi (Gopinadhan et al. 2011).

Aktiviti Antioksidan (Penyingkiran Radikal Bebas DPPH) Peratus penyingkiran radikal bebas DPPH ekstrak mengkudu bagi tempoh fermentasi jangka masa pendek dan panjang boleh diperhatikan pada Rajah 5. Bagi tempoh fermentasi jangka masa pendek, tiada perbezaan signifikan ($p > 0.05$) ditunjukkan daripada ekstrak mengkudu segar sehingga minggu pertama dengan nilai bacaan masing-masing sebanyak 79.81 ± 1.47 dan $81.71 \pm 1.74\%$. Apabila jangka masa fermentasi ditingkatkan pada minggu ke-2, didapati terdapat penurunan signifikan ($p < 0.05$) sehingga mencapai nilai

$71.67 \pm 2.97\%$. Perubahan peratus penyingkiran radikal bebas DPPH ekstrak mengkudu bagi tempoh fermentasi jangka masa panjang menunjukkan penurunan yang signifikan ($p < 0.05$) daripada $69.56 \pm 2.14\%$ (minggu ke-4) kepada $55.56 \pm 7.46\%$ (minggu ke-12). Pola penurunan ini sama seperti yang berlaku semasa proses fermentasi jangka masa pendek walaupun terdapat peningkatan perubahan peratus penyingkiran radikal bebas DPPH ekstrak mengkudu tersebut pada minggu ke-6 ($69.56 \pm 2.14\%$). Ini mungkin disebabkan aktiviti penyingkiran radikal bebas DPPH mencapai tahap yang paling optimum pada minggu tersebut. Seterusnya, selepas tempoh tersebut, nilainya mengalami penurunan secara signifikan ($p < 0.05$) sehingga minggu ke-12.

Kapasiti antioksidan dalam ekstrak mengkudu menurun akibat proses fermentasi. Dalam kajian lain yang dijalankan ke atas ekstrak mengkudu, didapati kuasa penyingkiran radikal bebas DPPH hilang sebanyak 70% (difermentasi di luar bilik) dan 40% (difermentasi di dalam bilik) selepas 3 bulan (Yang et al. 2007). Pola penurunan yang sama dilaporkan pada fermentasi biji koko, dengan pengurangan kuasa penyingkiran radikal bebas DPPH daripada 96% kepada 79% dalam jangka masa enam hari proses fermentasi (Aikpokpodion & Dongo 2010). Semua kajian ini menunjukkan bahawa proses fermentasi mengurangkan kuasa penyingkiran radikal bebas DPPH seperti hasil yang diperoleh dalam kajian ini. Ujian tersebut berperanan untuk mengukur kebolehan kompaun ekstrak bertindak dalam penyingkiran radikal bebas ataupun sebagai penderma



^{A-B} Min bagi jangka masa fermentasi pendek dengan abjad berbeza menunjukkan perbezaan signifikan ($p < 0.05$)

^{a-b} Min bagi jangka masa fermentasi panjang dengan abjad berbeza menunjukkan perbezaan signifikan ($p < 0.05$)

RAJAH 5. Perubahan peratus penyingkiran radikal bebas DPPH ekstrak mengkudu semasa proses fermentasi jangka masa pendek dan panjang

hidrogen (Rohaya & Noriham 2013). Walaupun ekstrak mengkudu segar mengandungi kandungan antioksidan yang tinggi, namun proses fermentasi secara tradisional dan penyimpanan pada suhu bilik mengurangkan aktiviti penyingkiran radikal bebas ekstrak mengkudu (Yang et al. 2007).

KESIMPULAN

Keputusan kajian ini menunjukkan bahawa nilai pH, keasidan tertitrat, jumlah kandungan fenolik dan aktiviti antioksidan ekstrak mengkudu mengalami perubahan yang signifikan ($p < 0.05$) semasa fermentasi dijalankan. Hanya jumlah pepejal terlarut menunjukkan perubahan yang tidak signifikan ($p > 0.05$) setelah menjalani fermentasi. Berdasarkan keputusan yang diperolehi, fermentasi buah mengkudu didapati tidak menghasilkan kesan yang positif kepada aktiviti antioksidan dan jumlah kandungan fenolik bagi ekstrak buah mengkudu dengan fermentasi menghasilkan pengurangan aktiviti antioksidan dan jumlah kandungan fenolik yang ketara.

PENGHARGAAN

Penghargaan ditujukan kepada Universiti Kebangsaan Malaysia dan Kementerian Pendidikan Malaysia kerana membiayai penyelidikan ini di bawah geran ERGS/1/2013/STWN03/UKM/02/1.

RUJUKAN

- Aikpokpodion, P.E. & Dongo, L.N. 2010. Effects of fermentation intensity on polyphenols and antioxidant capacity of cocoa beans. *International Journal of Sustainable Crop Production* 5(4): 66-70.
- Akowuah, G.A., Ismail, Z., Norhayati, I. & Sadikun, A. 2005. The effects of different extraction solvents of varying polarities of polyphenols of *Orthosiphonstamineus* and evaluation of the free radical-scavenging activity. *Food Chemistry* 93: 311-317.
- Blanco, Y.C., Vaillant, F., Perez, A.M., 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: 645-654.
- Cheng, L.H., Soh, C.Y. & Liew, S.C. 2007. Effects of sonication and carbonation on guava juice quality. *Food Chemistry* 104: 1391-1401.
- Dixon, A.R., McMillen, H. & Etkin, N.L. 1999. Ferment this: The transformation of Noni, a traditional Polynesian medicine (*Morinda citrifolia*, *Rubiaceae*). *Economic Botany* 53(1): 51-68.
- Earle, J.E. 2001. *Medicine Plants in the Humid Tropics*. San Jose: Editorial Guayaca.
- Frances, P.D. & Keith, I. 2001. *Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods*. Ed. ke-4. Washington: Sheridan Books, Inc.
- Gopinadhan, P., Marica, B. & Kalidas, S. 2011. *Functional Foods, Nutraceuticals and Degenerative Disease Prevention*. UK: John Wiley & Sons, Inc.
- Helen, M., Jeff, D., Brett, W. & Craig, D. 2007. *The Potential for a New Value Adding Industry for Noni Tropical Fruit Producers*. Kingston, USA: Rural Industries Research and Development Corporation.
- Hui, Y.H., Meunier-Goddik, L., Hansen, A.S., Josephsen, J., Nip, W.K., Stanfield, P.S. & Toldrá, F. 2004. *Handbook of Food and Beverage Fermentation Technology*. New York: Marcel Dekker, Inc.
- Jules, J. & Robert, E.P. 2008. *The Encyclopedia of Fruit & Nuts*. UK: Columns Design Ltd.
- Morton, J.F. 1992. The ocean-going Noni, or Indian mulberry (*Morinda citrifolia*, *Rubiaceae*) and some of its 'colorful' relatives. *Economic Botany* 46: 241-256.
- Nelson, S.C. & Elevitch, C.R. 2006. *Noni: The Complete Guide for Consumers and Growers*. Honolulu, Hawaii: 33 Permanent Agriculture Resources.
- Newton, K. 2003. Production of noni juice and powder in Samoa. *Proceedings of the 2002 Hawaii'i Noni Conference*, edited by Nelson S.C. University of Hawaii at Manoa, College of Tropical Agriculture and Human Resources. pp. 29-32.
- Nur Hafiza, Z., Maskat, M.Y., Wan Aida, W.M. & Osman, H. 2010. Optimization of deacidification process for *Morinda citrifolia* extracts using packed column of calcium carbonate. *International Food Research Journal* 17: 1051-1066.
- Ram, J. 2003. Noni processing and quality control: Protecting the image of Hawaiian products. *Proceedings of the 2002 Hawaii'i Noni Conference*, edited by Nelson S.C. University of Hawaii at Manoa, College of Tropical Agriculture and Human Resources. pp. 25-28.
- Rohaya, A. & Noriham, A. 2013. *Antioxidant Principles and in vitro Evaluation Methods*. Shah Alam: UiTM Press.
- Russell, H. 2000. Island energy juice. *Processing Exotic Fruits*. pp. 486-488.
- Singleton, V.L. & Rossi, J.A. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture* 16: 144-158.
- Wang, M.Y. & Su, C. 2001. Cancer preventative effect of *Morinda citrifolia* (Noni). *Annals of the New York Academy of Sciences* 952: 161-168.
- Yang, J., Paulino, R., Janke-Stedronsky, S. & Abawi, F. 2007. Free-radical-scavenging activity and total phenols of noni (*Morinda citrifolia* L.) juice and powder in processing and storage. *Food Chemistry* 102: 302-308.
- Zin, Z.M., Hamid, A.A., Osman, A. & Saari, N. 2006. Antioxidative activities of chromatographic fractions obtained from root, fruit and leaf of Mengkudu (*Morinda citrifolia* L.). *Food Chemistry* 94: 169-178.

School of Chemical Sciences and Food Technology
Faculty of Science and Technology
Universiti Kebangsaan Malaysia
43600 Bangi, Selangor Darul Ehsan
Malaysia

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

Diserahkan: 17 Februari 2014

Diterima: 9 Mei 2014