

Kajian kesan rawatan haba terhadap perubahan fizikokimia ubi keledek

(Study on the influence of heat treatment on sweet potato physicochemistry)

Wan Mohd Fariz Wan Azman, Asnawi Shahar, Saiful Azwan Azizan, Afiqah Aina Rahim, Zainun Mohd Shafie, Wan Nur Zahidah Wan Zainon, Nur Ilida Mohamad, Ahmad Fadhlul Wafiq Ab Rahman, Faewati Abdul Karim, Mohd Azmirredzuan Sani, Mohd Hafiz Mohamed Amin Tawakkal, Mohd Zaimi Zainol Abidin, Muhammad Aliq Jamaluddin, Masniza Sairi dan Teoh Chin Chuang

Pengenalan

Ipomoea batatas atau dikenali sebagai ubi keledek tergolong dalam keluarga Convolvulaceae. Keledek merupakan tanaman berakar, berubi besar, berkanji, mempunyai rasa manis semula jadi dan menjadikannya pilihan yang baik sebagai alternatif yang lebih sihat kepada makanan atau minuman yang diperbuat daripada gula tambahan. Ia merupakan sumber tenaga dan fitokimia yang penting untuk pemakanan manusia dan haiwan. Ubi keledek ditanam secara meluas kerana nilai khasiatnya dan disenaraikan sebagai tanaman makanan terpenting selepas padi, gandum, kentang, jagung dan ubi kayu. Oleh itu, ubi keledek adalah sumber nutrien hebat yang boleh dimasukkan dalam pelbagai hidangan, daripada sup sehingga kuih. Umbisi ubi keledek berbentuk silinder, tirus pada bahagian hujung, berkulit licin dan panjangnya pula dipengaruhi oleh tabiat pertumbuhan kultivar dan nisbah kehadiran air di dalam tanah. Ubi keledek menjadi pilihan santapan kerana rasa kemanisannya, nilai kebaikan pemakanan dan tempoh pembesaran 90 – 120 hari yang dikategorikan cepat. Kulit ubi keledek mempunyai pelbagai warna, antaranya berwarna kuning, oren, merah, coklat, ungu dan kuning air. Manakala isi keledek ada yang berwarna kuning air, putih, merah, merah jambu, ungu, kuning, oren, bahkan ungu bergantung kepada jenis varieti. Keledek berisi putih atau kuning pucat mempunyai isi kandungan yang kurang lembap dan dikatakan lebih lazat berbanding dengan jenis ubi merah, merah jambu atau oren.

Ubi keledek tidak boleh dimakan secara mentah dan perlu dimasak atau diproses terlebih dahulu seperti dikadikan puri kerana ubi keledek mengandungi sejumlah bahan kimia semula jadi yang boleh menyebabkan masalah kesihatan jika dimakan mentah. Antara teknik rawatan haba untuk memasak ubi keledek di seluruh dunia termasuk kaedah membakar, merebus, menyahidrat dan menggoreng. Tambahan pula, memasak ubi keledek memberikan rasa yang lebih enak dan tekstur yang lebih lembut. Ubi keledek sering digunakan dalam industri makanan dengan memproses umbisi menjadi puri yang kemudiannya

boleh dibekukan, ditinkan atau dibungkus dalam keadaan aseptik untuk menghasilkan produk yang rak stabil dan membolehkan ketersediaan hasil sepanjang tahun. Tambahan pula, rawatan haba mampu mengurangkan jumlah bakteria berbahaya dan mengelak produk daripada rosak. Kaedah rawatan haba juga boleh menyahaktifkan enzim. Oleh itu, rawatan haba boleh memanjangkan jangka hayat produk dan mengurangkan risiko keracunan makanan. Walau bagaimanapun, kualiti dan nilai khasiat produk makanan boleh terjejas dengan proses rawatan haba, menyebabkan berlaku perubahan metabolik yang menjejaskan penampilan, tekstur, rasa dan komposisi nutrien puri ubi keledak. Secara terperinci, ia mempengaruhi nilai pH, warna, kelikatan, keasidan, kepekatan dan kandungan vitamin. Untuk produk puri keledak, keamatan warna juga berbeza selepas proses pemanasan.

Rawatan haba kepada produk makanan adalah sangat penting untuk mengurangkan jumlah mikrob dan kandungan air bagi mengelakkan makanan daripada rosak untuk penyimpanan jangka panjang. Selain itu, ia juga mengaktifkan enzim dan mematangkan puri menjadikannya lebih mudah dihadam dan memperbaiki tekstur serta rasa. Seperti yang dibincangkan, penggunaan rawatan haba dalam pemprosesan keledak mempengaruhi sifat kimia dan rupa produk dari segi kandungan kimia. Oleh itu, satu kajian kesan rawatan haba secara stim telah dijalankan untuk menguji kualiti produk melalui kaedah penentuan sifat fizikokimia (warna, pepejal larut, kandungan lembapan dan aktiviti air) bagi memastikan sama ada perubahan yang berlaku memberi manfaat dari segi kualiti produk.

Kaedah kajian

Penyediaan bahan

Bekalan ubi keledak jenis isi oren (VitAto) diperoleh daripada pemborong tempatan di Selangor sebanyak 100 kg. Ubi keledak terpilih disaring terlebih dahulu supaya bebas daripada sebarang kecacatan bentuk dan kerosakan fizikal. Kemudian dibersihkan dengan brus lembut berserta air paip yang mengalir untuk menyingkirkan sebarang kotoran atau serpihan. Ubi keledak dibiarkan sementara (10 – 20 minit) sehingga kering secara sejatan. Kemudian, ubi keledak direndam ke dalam larutan air berklorin dengan kepekatan 150 ppm selama satu minit. Penentuan nilai kepekatan diperoleh dengan mengikut arahan pengilang produk klorin dan berpandukan jadual klorin (Germisep, Indonesia) mengikut nisbah kepada isi padu air paip yang digunakan. Setelah itu, ubi keledak dikeringkan secara sejatan pada suhu bilik (25 °C) dalam tempoh 10 – 20 minit. Setelah kering, kulit ubi keledak dikupas menggunakan mesin jenis empar (Syng, potato peeler 350, China) lengkap dengan sistem semburan air.

Rawatan haba

Peralatan memasak pengukus dipanaskan terlebih dahulu sehingga air mencapai suhu takat didih 100 °C. Ubi keledek yang telah dikupas dimasukkan ke dalam rak pengukus dan dikukus selama 45 minit (berdasarkan kajian awal tempoh memasak ubi keledek sehingga masak) bawah tekanan atmosfera. Setelah selesai proses pengukusan, bahan kukusan disejukkan pada suhu bilik (25 °C).

Analisis warna

Ubi keledek kukus dipotong di tengah (potongan 1) kepada dua bahagian secara berserenjang dengan arah memanjang, kemudian di bahagian potongan awal dihiris menjadi kepingan dengan ketebalan 1 cm (potongan 2). *Gambar rajah 1* menunjukkan bahagian hirisan yang digunakan untuk analisis warna. Hirisan ubi keledek kukus dilenyek sehingga halus dan sebat. Ubi keledek yang telah disebatikan diratakan di atas piring lut sinar. Warna ubi keledek kukus diukur menggunakan kromameter (Chroma Meter, CR-400, Jepun) seperti *Gambar 1* yang telah ditentu ukur menggunakan plat putih piawai untuk menentukan nilai L^* , a^* dan b^* . Nilai perbezaan warna delta ΔE ditentukan (Persamaan 1).

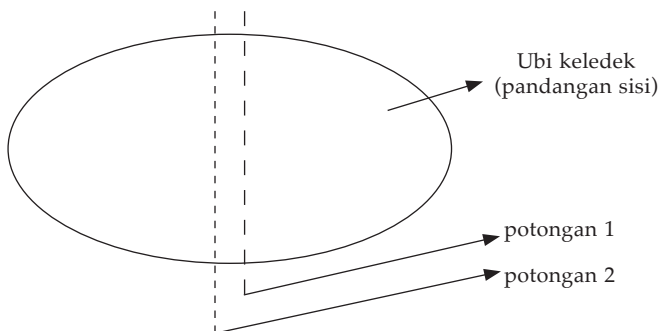
$$\Delta E = \sqrt{(L^*_2 - L^*_1)^2 + (a^*_2 - a^*_1)^2 + (b^*_2 - b^*_1)^2} \dots\dots\dots \text{(Persamaan 1)}$$

Petunjuk:

L = Tahap kecerahan terang atau gelap (+ = lebih terang, - = gelap)

a = Tahap warna lebih kearah merah atau hijau (+ = merah, - = hijau)

b = Tahap warna lebih kearah kuning atau biru (+ = kuning, - = biru)



Gambar rajah 1. Bahagian hirisan yang digunakan untuk analisis warna



Gambar 1. Alat kromameter (Chroma Meter, CR-400, Jepun)

Jumlah pepejal larut

Jumlah pepejal larut diukur menggunakan refraktometer (AR200 Digital Refractometer, Reichert, USA). Sampel hirisan ubi keledek kukus dilenyek hingga halus dan sehati. Kemudian diletakkan atas permukaan cermin refraktometer untuk rekod bacaan jumlah pepejal larut. Jumlah pepejal larut dinyatakan dalam unit °Brix.

Analisis kelembapan

Analisis kelembapan sampel ubi keledek adalah berdasarkan kaedah yang dijana oleh Wu et al. (2008). Kandungan lembapan (%) dikira mengikut nisbah kehilangan berat kepada berat sampel asal.

Analisis statistik

Semua analisis statistik dikira menggunakan perisian Microsoft Excel (Versi 2310) untuk menentukan hubungan antara parameter sama ada bebas atau berinteraksi antara satu sama lain, nilai purata (μ), sisihan piawai (\pm) dan nilai p.

Keputusan kajian

Tujuan utama rawatan haba ke atas produk makanan adalah untuk menyahaktifkan enzim dan mengurangkan mikroorganisma yang ada. Ini akan meningkatkan jangka hayat produk dan keselamatan makanan. Walau bagaimanapun, rawatan haba akan menyebabkan perubahan metabolik yang menjejaskan rupa, tekstur, rasa dan komposisi nutrien puri ubi keledek. Namun terdapat juga komposisi yang kekal dan tidak berubah. *Jadual 1* menunjukkan analisis fizikokimia aktiviti air, kandungan kelembapan dan pepejal larut sebelum dan selepas rawatan haba ke atas ubi keledek. Hasil kajian menunjukkan aktiviti air tidak mempunyai perbezaan nilai yang signifikan ($p > 0.01$) sebelum dan selepas dikukus iaitu sekitar 0.96 – 0.97. Menurut laporan Antonio (2008), tidak terdapat variasi yang signifikan secara statistik dalam aktiviti air bagi ubi keledek segar dan ubi keledek yang dikukus pada suhu kurang daripada 110 °C berbanding dengan keputusan yang diperolehi iaitu lebih kurang 0.92, ini menunjukkan keputusan yang diperolehi adalah hampir sama seperti yang dilaporkan. Berdasarkan keputusan ini iaitu nilai aktiviti air adalah melebihi 0.85, di mana dalam keadaan ini bakteria patogen boleh membiak. Oleh itu, sama ada ubi keledek segar atau yang telah kukus tidak berada dalam keadaan rak stabil. Untuk penyimpanan jangka panjang, ia mesti disimpan secara sejuk beku. Antonio (2008) menjelaskan bahawa terdapat pengurangan aktiviti air sekiranya suhu pemanasan yang digunakan lebih tinggi daripada suhu didih air iaitu 100 °C. Walau bagaimanapun, keadaan ini tidak berlaku dalam kajian yang dijalankan kerana kaedah rawatan haba yang digunakan adalah pengukus tidak bertekanan dan suhu maksimum ialah 100 °C.

Seterusnya, maklumat di *Jadual 1* juga menunjukkan terdapat sedikit perbezaan kandungan lembapan yang diperolehi sebelum dan selepas dikukus dengan peratusan perbezaan menghampiri 9.86% iaitu meningkat daripada $68.11 \pm 1.01\%$ kepada $69.65 \pm 2.06\%$. Peningkatan ini disebabkan oleh proses kaedah pengukusan menyebabkan berlaku penyerapan air ke atas ubi keledak. Ia berbeza dengan proses kaedah pembakaran, terdapat laporan lain melaporkan kandungan kelembapan ubi keledak sekitar 60% selepas dibakar di mana walaupun dibalut dengan kertas aluminium semasa proses pembakaran, dianggarkan kira-kira 5 – 10% lembapan telah tersejat semasa proses pembakar dijalankan oleh Lai (2013). Menurut laporan Antonio (2008), terdapat penurunan kandungan lembapan semasa proses rawatan haba apabila tempoh proses meningkat. Apabila keadaan pemprosesan pemanasan sempurna, sebahagian daripada air dalam produk tersejat mengakibatkan penurunan kandungan lembapan. Nilai kandungan kelembapan ubi keledak segar yang diperolehi ialah $68.11 \pm 1.01\%$ tidak mempunyai perbezaan ketara dengan nilai dapatan daripada Lai (2013), iaitu kandungan lembapan ubi keledak segar direkodkan sebanyak 64.6 – 73.1% bergantung kepada kultivar.

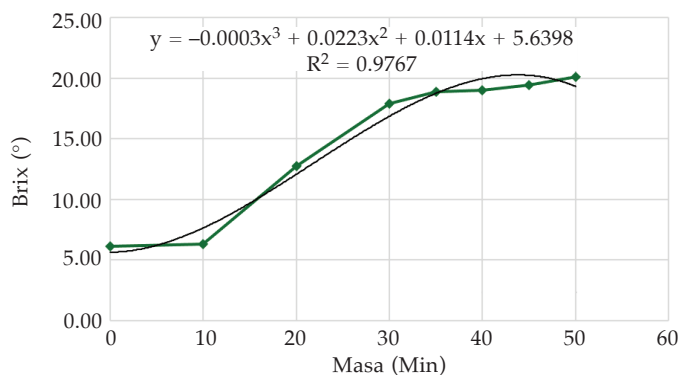
Jadual 1. Analisis fizikokimia ubi keledak

Sampel keledak	AW (Awal)	AW (Akhir)	MC % (Awal)	MC % (Akhir)	Pepejal larut (Awal)	Pepejal larut (Akhir)
A	0.937	0.972	70.32	66.22	10.00	15.00
	0.966	0.964	66.96	68.9	10.00	15.00
	0.967	0.970	68.06	67.18	10.00	15.00
B	0.962	0.970	69.01	72.4	9.00	14.00
	0.964	0.972	67.16	72.39	9.00	14.00
	0.967	0.973	67.92	71.11	9.00	14.00
C	0.967	0.973	67.22	69.03	9.00	13.00
	0.968	0.974	68.66	70.87	9.00	13.00
	0.968	0.974	67.70	68.83	9.00	13.00
Purata	0.962 ± 0.009	0.971 ± 0.003	68.11 ± 1.01	69.65 ± 2.06	9.33 ± 0.47	14.00 ± 0.82

*Petunjuk; AW: Aktiviti air
MC: Kandungan kelembapan

Bagi nilai pepejal larut, merujuk pada *Jadual 1* dapatan kajian menunjukkan perbezaan yang signifikan bagi nilai pepejal larut ubi keledek antara sebelum dan selepas dikukus ($p < 0.01$) dengan kenaikan sebanyak lebih 50%. Ini disebabkan oleh pembentukan maltosa semasa proses pemanasan. Merujuk kepada laporan oleh Lai (2013) juga menunjukkan selepas ubi keledek dibakar, rasa manisnya meningkat secara mendadak akibat pembentukan maltosa. Walau bagaimanapun, terdapat perbezaan dalam jumlah maltosa yang dihasilkan dalam ubi keledek yang dimasak. Jumlah kanji yang dipecahkan dan maltosa yang dihasilkan semasa pemurnian bergantung kepada aktiviti amilase dan proses pemanasan. Di mana, amilase ialah satu enzim yang memangkinkan hidrolisis kanji (amilum) kepada gula. Hasilnya, puri yang diperbuat daripada ubi yang dirawat dan disimpan mempunyai aktiviti amilase yang lebih tinggi dan dijangka lebih manis serta kurang berkanji berbanding dengan yang diperbuat daripada ubi yang baru dituai (hijau). Selain itu, ia juga bergantung kepada varieti keledek. Berdasarkan *Rajah 1* nilai pepejal larut menunjukkan peningkatan bermula seawal 10 minit pertama proses rawatan haba dikenakan sehingga 35 minit dan selepas itu mula menunjukkan bacaan mendatar. Ini adalah kerana pembentukan maltosa telah mencapai had maksimum disebabkan hampir kesemua karbohidrat kompleks telahpun terurai.

Ujian warna menunjukkan terdapat perubahan warna yang ketara antara sebelum dan selepas mengukus ($p < 0.01$) seperti dalam *Jadual 2*. Nilai perbezaan warna delta ialah $\Delta E = 14.25$. Penemuan menunjukkan penurunan dalam nilai jurang cahaya (L). Pengurangan ini menunjukkan bahawa produk siap akan menjadi lebih gelap. Manakala nilai bacaan 'a' menurun di mana kemerahan semakin menurun, tetapi untuk nilai bacaan 'b' tidak menunjukkan sebarang perubahan yang kekal dalam skala warna biru-kuning. Hasil pemerhatian mendapati, hasil gabungan ini menunjukkan produk tersebut telah bertukar daripada oren kekuningan kepada oren keemasan yang menyebabkan ia kelihatan lebih menarik.



Rajah 1. Kandungan pepejal larut (Brix) berdasarkan tempoh pemanasan (min)

Jadual 2. Perubahan warna sebelum rawatan haba (awal) dan selepas rawatan haba

Rawatan haba	Warna		
	L*	a*	b*
Sebelum	71.24	18.30	36.06
Selepas	58.71	11.54	36.72

Kesimpulan

Produk puri mungkin mengandungi mikroorganisma patogen atau mungkin telah tercemar semasa aktiviti pemprosesan menyebabkan jangka hayat produk yang dihasilkan tidak tahan lama. Rawatan haba adalah teknik yang kerap digunakan untuk mengurangkan risiko mikrobiologi dengan cara membunuh atau mengurangkan bilangan mikroorganisma aktif. Walau bagaimanapun, pemprosesan boleh menjejaskan sifat kimia dan penampilan produk. Perubahan yang berlaku pada keledak selepas dikukus menunjukkan prestasi yang lebih baik dalam kajian ini di mana keputusan akhir adalah kenaikan nilai pepejal larut kira-kira 50% dan warna oren keemasan. Produk puri ubi keledak yang telah melalui rawatan haba dengan kaedah pengukusan ini memberikan rasa yang lebih manis dan warna yang lebih menarik.

Bibliografi

- Antonio, G.C., Alves, D.G. Azoubel, P.M., Xidieh Murr, F.E., & Park, K.J. (2008). Influence of osmotic dehydration and high temperature short time processes on dried sweet potato (*Ipomoea batatas* Lam.). *Journal of Food Engineering*, 84, 375–382.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) (2012). <http://www.feedipedia.org/node/745>.
- Lai, Y.C., Huang, C.L., & Chan, C.F. (2013). Studies of sugar composition and starch morphology of baked sweet potatoes (*Ipomoea batatas* (L.) Lam). *J Food Sci Technol*, 50, 1193–1199.
- Lewis, M.J. (1996). Physical properties of food and food processing systems. m.s. 109 – 112. England: Woodhead Publishing Limited
- Loebenstein, G., & Thottappilly, G. (2009). The sweet potato. Springer Verlag, 391 – 425
- Rahman, M.S. (2007). Handbook of Food Preservation (2nd ed.). CRC Press.
- Richardson, T., & Finley, J.W. (1985). Chemical changes in food during processing. Van, m.s. 2 – 5. New York: Nostrand Reinhold Company.

- Shekhar, S., Mishra, D., Buragohain, A.K., Chakraborty, S., & Chakraborty, N. (2015). Comparative analysis of phytochemicals and nutrient availability in two contrasting cultivars of sweet potato (*Ipomoea batatas* L.). *Food Chemistry*, 173, 957–965.
- Shin, S., & Bhowmik, S.R. (1995). Thermal kinetics of color changes in pea puree. *Journal of Food Engineering*, 24, 77–86.
- Suslow, T., Oria, M., Beuchat, L., Garrett, E., Parish, M., Harris, L., Farber, J., & Busta, F. (2003). Production practices as risk factors in microbial food safety of fresh and fresh-cut produce. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.* 2, 38–77.
- Truong, V.D. & Avula, R.Y. (2010). Sweet potato purees and powders for functional food ingredients. *Sweet Potato: Post Harvest Aspects in Food, Feed and Industry*. 117–161.
- Wu, X., Sun, C.J., Yang, L.H., Zeng, G., Liu, Z.Y., & Li, Y.M. (2008). β -carotene content in sweet potato varieties from China and the effect of preparation on β -carotene retention in the Yanshu. *Innov Food Sci Emerg Tech*, 9, 581–586.
- Yildiz, D., Gurel, D.B., Çağındı, O., & Kayaard S. (2022). Heat treatment and microwave applications on homemade sour cherry juice: the effect on anthocyanin content and some physicochemical properties. *Current Plant Biology*, 29, 100242.

Ringkasan

Rawatan haba telah digunakan pada produk makanan untuk mengurangkan beban mikrob bagi mengelakkan makanan daripada cepat rosak untuk penyimpanan jangka panjang. Walau bagaimanapun, penggunaan rawatan haba boleh menjejaskan kualiti produk dari segi kandungan kimia. Penghasilan puri ubi keledak separuh siap perlu melalui proses rawatan haba antaranya menggunakan kaedah stim. Oleh itu, satu kajian telah dijalankan untuk menentukan kualiti produk melalui kaedah penentuan sifat fizikokimia (warna, pepejal larut, kandungan lembapan dan aktiviti air). Warna, pepejal larut, kandungan lembapan dan aktiviti air ubi keledak yang tidak dikupas telah diukur sebelum dan selepas dikukus selama 45 minit. Hasil kajian menunjukkan aktiviti air tiada perbezaan yang signifikan ($p > 0.01$) sebelum dan selepas dikukus. Walau bagaimanapun, terdapat sedikit perbezaan pada kandungan lembapan dan perbezaan yang signifikan bagi nilai pepejal larut ($p < 0.01$) dengan peningkatan sebanyak 50% dan warna dengan jumlah nilai perbezaan delta $\Delta E = 14.25$ selepas dikukus. Kenaikan pepejal larut adalah baik kerana ia meningkatkan kemanisan produk. Manakala warnanya menjadi lebih gelap dan oren keemasan menjadikannya lebih menarik.

Summary

Food goods were subjected to heat treatment in order to lower the microbial load and keep food fresher for longer periods of time. However, heat treatment has an impact on the product's chemical content. A steam cooking method has been employed to create semi-produced sweet potato puree. Therefore, a study was conducted to ensure the quality assurance of the product through the method of determining its physicochemical properties (colour, Brix, moisture content and water activity). The colour, Brix, moisture content and water activity of unpeeled sweet potatoes were measured before and after steaming for 45 minutes. The results showed that the water activity

did not have a significant difference ($p > 0.01$) in value before and after it was steamed. However, there was slightly difference on moisture content and significant difference for Brix content ($p < 0.01$) with an increase of 50% and colour with the total difference value of delta $\Delta E = 14.25$ after steaming. The increment in Brix is good since it increases the sweetness of the product. While the colour is darker and golden orange making it more attractive.

Pengarang

Wan Mohd Fariz Wan Azman

Pusat Penyelidikan Kejuruteraan, Ibu Pejabat MARDI, Persiaran MARDI-UPM
43400 Serdang, Selangor

E-mel: wmfariz@mardi.gov.my

Asnawi Shahar, Saiful Azwan Azizan, Afiqah Aina Rahim,
Zainun Mohd Shafie (Dr.), Ahmad Fadhlul Wafiq Ab Rahman,
Faewati Abdul Karim, Mohd Azmirredzuan Sani,
Mohd Hafiz Mohamed Amin Tawakkal, Mohd Zaimi Zainol Abidin,
Muhammad Aliq Jamaluddin, Masniza Sairi (Dr.) dan Teoh Chin Chuang (Dr.)
Pusat Penyelidikan Kejuruteraan, Ibu Pejabat MARDI, Persiaran MARDI-UPM
43400 Serdang, Selangor

Wan Nur Zahidah Wan Zainon dan Nur Ilida Mohamad (Dr.)

Pusat Penyelidikan Sains dan Teknologi Makanan
Ibu Pejabat MARDI, Persiaran MARDI-UPM

43400 Serdang, Selangor