

Kaedah pengeringan pam haba bagi pengekalan kualiti daun *Backhousia citriodora* (lemon myrtle)

[Heat pump drying for maximum retention of quality of dehydrated *Backhousia citriodora* (lemon myrtle) leaves]

Ainaa Abdul Kahar, Ong Sze Pheng, Nicholas J. Watson dan Law Chung Lim

Pengenalan

Dehidrasi adalah kaedah penting untuk mengekalkan kualiti herba komersial yang ditentukan oleh kandungan kelembapan yang rendah, pengekalan maksimum warna, kestabilan kandungan biokimia sebagai jaminan kefungsi herba dan seterusnya memastikan kebolehpasaran produk herba yang telah diproses. Kaedah pengeringan yang optimum adalah penting untuk meminimumkan perubahan warna dan pengurangan kandungan biokimia herba kering. Oleh itu, kaedah pengeringan yang bersuhu rendah perlu diaplikasi terutamanya kepada herba yang sensitif suhu untuk memaksimumkan pengekalan kualiti herba kering.

Lemon myrtle atau nama saintifiknya *Backhousia citriodora* adalah pokok hutan hujan yang berasal dari Australia. Tanaman ini mula diperkenalkan di Malaysia pada tahun 2009. Sehingga kini, sebanyak 15 hektar tanaman lemon myrtle seluruh Malaysia telah diusahakan oleh peladang tempatan. Daun, ekstrak akues dan minyak pati lemon myrtle mengandungi komponen sitral iaitu komponen bioaktif yang mudah meruap. Daun lemon myrtle juga mempunyai rasa dan haruman yang menarik menyerupai campuran lemon, serai dan limau nipis. Daun lemon myrtle adalah sumber sitral semula jadi tertinggi (90 – 95%) berbanding dengan sumber lain seperti serai (80 – 84%), lemon dan limau. Disebabkan bau haruman yang menarik, daun lemon myrtle mempunyai aplikasi yang meluas dalam pembangunan produk perisa makanan, nutraseutikal dan farmaseutikal.

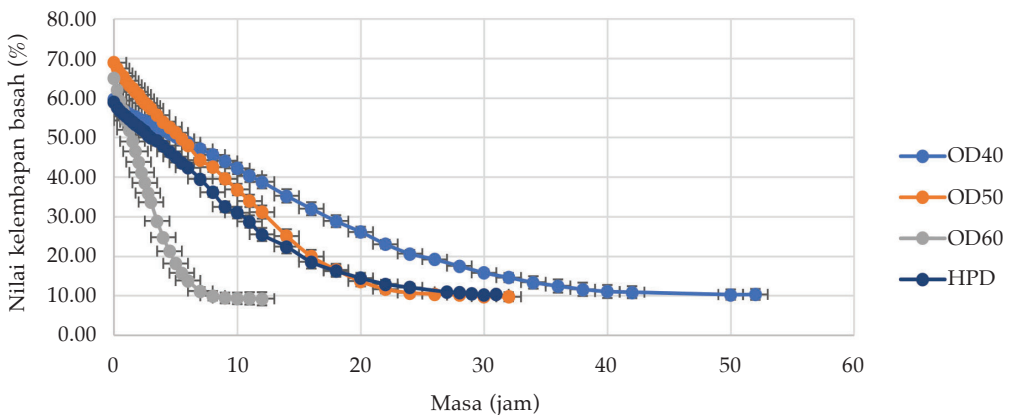
Pemilihan kaedah pengeringan yang bersesuaian amat penting dalam pengekalan kualiti daun lemon myrtle terutama kandungan sitral. Daun lemon myrtle dikeringkan secara konvensional, di mana angin panas (40 °C) disalurkan ke dalam kebuk pengering sehingga kandungan kelembapan diturunkan kepada kurang daripada 10%. Walau bagaimanapun, kaedah ini mengambil masa yang panjang dan pendedahan yang lama kepada suhu tinggi meningkatkan risiko kemerosotan kandungan biokimia terutama sitral dalam daun lemon myrtle. Sebagai alternatif, daun lemon myrtle boleh dikeringkan dengan menggunakan kaedah pengering pam haba. Kaedah ini lebih menjimatkan tenaga berbanding dengan kaedah konvektif kerana kaedah ini menggunakan semula haba yang telah dihasilkan. Pengering ini beroperasi dalam satu sistem tertutup untuk memastikan kualiti dan kebersihan sampel terjamin. Kesesuaian penggunaan pengering pam haba pada

produk yang sensitif haba turut menarik minat pengusaha lemon myrtle tempatan dalam usaha mengering dan memanjangkan jangka hayat daun lemon myrtle untuk eksport ke luar negara.

Perbandingan prestasi pengering pam haba dengan pengering konvektif

Kinetik pengeringan

Pengering pam haba ini mempunyai prestasi yang lebih baik daripada pengering konvektif lain terutama dalam pengeringan daun lemon myrtle. *Rajah 1* menunjukkan kinetik pengeringan daun lemon myrtle dengan menggunakan pengering konvektif pada suhu 40, 50 dan 60 °C serta pengering pam haba. Kesemua keadaan pengeringan menunjukkan kadar pengeringan yang berbeza mengikut jenis dan suhu pengeringan. Pada permulaan proses pengeringan konvektif dan pam haba, kadar pengeringan adalah sangat tinggi dan semakin berkurangan apabila kandungan kelembapan menghampiri keseimbangan antara kandungan lembapan dalam sampel dan persekitaran. Walaupun pengering pam haba beroperasi pada suhu yang rendah (lebih kurang 45 °C), penurunan kandungan lembapan adalah hampir menyamai nilai yang dicatatkan pada pengering konvektif bersuhu 50 °C. Keadaan ini adalah disebabkan kelembapan relatif yang rendah pada udara pengeringan walaupun suhu udara pengeringan adalah rendah. Pada kelembapan relatif yang rendah, pemindahan jisim air adalah tinggi dan mengakibatkan lebih banyak kehilangan air. Ini adalah kerana tekanan separa air yang lebih tinggi antara udara dan sampel. Oleh itu, kadar penyejatan lembapan meningkat apabila kelembapan relatif berkurangan.



Rajah 1. Kesan kaedah pengeringan ke atas masa pengeringan dan kandungan lembapan dalam daun lemon myrtle kering (OD40: pengering konvektif pada suhu 40 °C; OD50: pengeringan konvektif pada suhu 50 °C; OD60: pengeringan konvektif pada suhu 60 °C; HPD: pengeringan pam haba)

Kesan pengeringan terhadap kualiti daun lemon myrtle

Warna

Warna memainkan peranan yang penting sebagai penunjuk pengekalan kandungan bioaktif dalam sampel. Bagi daun lemon myrtle, adalah penting untuk mengekalkan warna hijau sebagai penunjuk daun kering yang masih mempunyai kandungan bahan bioaktif kimia yang tinggi serta jaminan kefungsiian daun. Pengeringan yang menghasilkan daun berwarna hijau-coklat boleh menjadi penunjuk awal kandungan biokimia aktif dalam daun kering telah teroksida dan merosot serta kefungsiian yang berkurangan akibat daripada kaedah pengeringan yang tidak efisien.

Warna diukur dengan menggunakan kolorimeter yang menunjukkan nilai a^* , b^* dan L^* . Nilai a^* yang berada pada nilai negatif dan positif melambangkan kehijauan atau kemerahan sampel. Semakin hijau sampel, semakin negatif nilai a^* . Nilai b^* pula menunjukkan nilai kekuningan atau kebiruan warna sampel. Nilai b^* yang tinggi menunjukkan semakin biru warna sampel. Kecerahan sampel pula, ditunjukkan oleh nilai L^* yang bernilai daripada 0 (paling cerah) hingga 100 (paling gelap). Kesan pengeringan pam haba dan pengeringan konvektif pada suhu yang berbeza ditunjukkan seperti dalam *Jadual 1*.

Merujuk kepada *Jadual 1*, nilai L^* tertinggi didapati daripada sampel daun lemon myrtle yang dikeringkan dengan menggunakan pengering pam haba, hanya sedikit penurunan daripada sampel asal (tidak dikeringkan) iaitu 46.38 ± 0.08 . Manakala nilai L^* terendah dicatatkan oleh sampel yang dikeringkan oleh pengering konvektif pada suhu 60°C . Nilai a^* yang tertinggi juga dicatatkan oleh sampel pengering pam haba dengan peningkatan paling sedikit iaitu 32% berbanding dengan 50, 56 dan 92% peningkatan daripada sampel pengering konvektif pada suhu 40, 50 dan 60°C . Nilai a^* yang lebih rendah membuktikan pengering pam haba dapat mengekalkan kehijauan daun lemon myrtle. Ini adalah disebabkan pengering pam haba dapat mengekalkan struktur sel pada daun lemon myrtle dan

Jadual 1. Nilai L^* , a^* dan b^* bagi daun lemon myrtle menggunakan pengering konvektif dan pengering pam haba

Sampel	Suhu ($^\circ\text{C}$)	L^*	a^*	b^*
Daun segar		46.38 ± 0.08^a	-5.87 ± 0.11^a	28.98 ± 0.15^a
Pengering konvektif	40	42.88 ± 1.04^b	-2.9 ± 0.04^b	26.43 ± 0.13^b
	50	41.95 ± 0.79^b	-2.58 ± 0.1^b	26.32 ± 0.31^b
	60	38.43 ± 0.91^b	0.48 ± 0.34^b	26.07 ± 0.54^b
Pengering pam haba	45	45.51 ± 0.41^b	-4.00 ± 0.15^b	27.94 ± 0.37^b

seterusnya mengelakkan pengoksidaan klorofil dalam daun dan mengekalkan warna hijau pada daun. Peningkatan signifikan pada nilai a^* berbanding dengan sampel asal menunjukkan kandungan klorofil yang telah teroksida dan merosot semasa pengeringan berlaku.

Begitu juga dengan nilai b^* yang direkodkan oleh kolorimeter. Nilai b^* bagi sampel pengering pam haba menunjukkan nilai yang paling hampir dengan nilai b^* daun basah sebagai penanda perubahan yang paling minimum berbanding dengan sampel pengeringan konvektif untuk semua suhu yang dikaji. Oleh itu, pengering pam haba adalah alternatif pengering yang lebih baik dalam usaha mengekalkan warna pada daun lemon myrtle dan menjamin penerimaan pasaran dan kefungisian daun lemon myrtle kering.

Kandungan biokimia

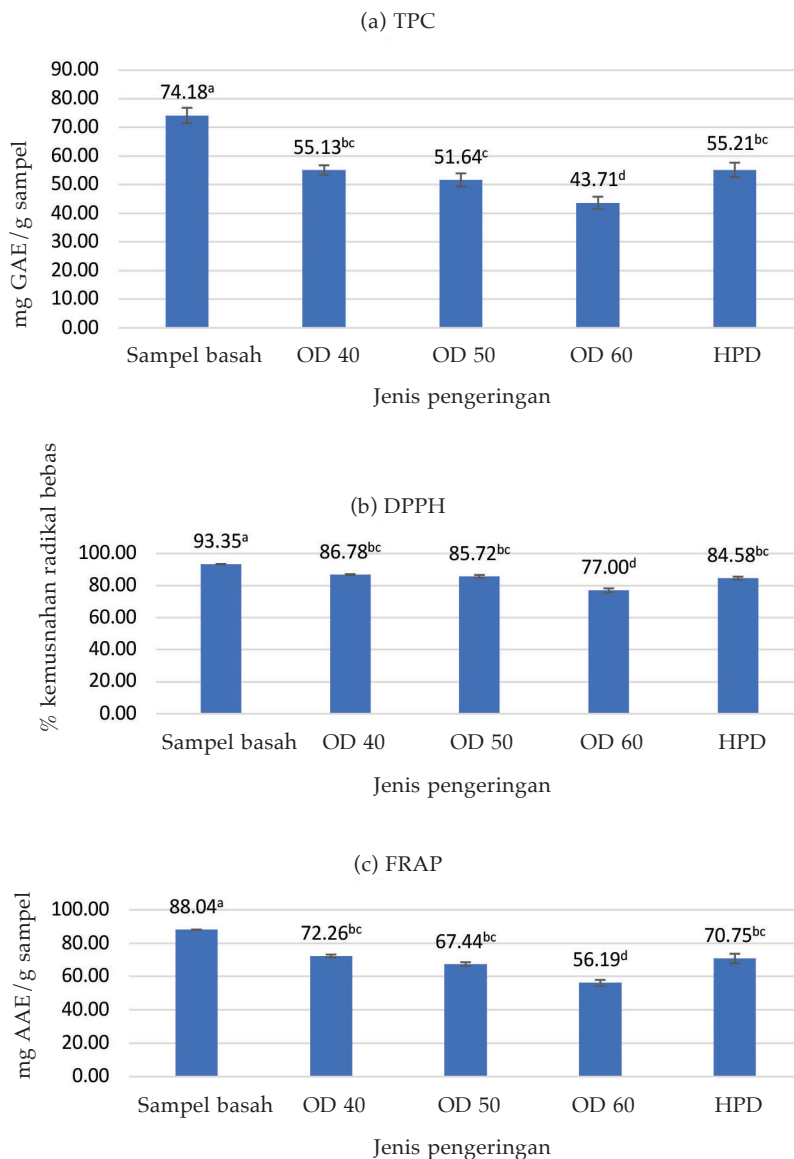
Perbandingan kesan pengeringan konvektif dan pengering pam haba ke atas kandungan fenolik dan esei antiosidan dalam daun lemon myrtle kering adalah seperti dalam *Rajah 2*. Perbezaan antara kandungan sampel pengeringan haba dan pengeringan konvektif terutama pada suhu lebih rendah (40 °C) adalah tidak signifikan sebagai penunjuk prestasi yang baik sebagai pengering bersuhu rendah. Kandungan fenolik dan antioksidan yang lebih tinggi menunjukkan lebih banyak kandungan biokimia dapat dikekalkan semasa pengeringan dan seterusnya meningkatkan prestasi pengering tersebut.

Secara keseluruhan, kandungan biokimia dalam daun kering menunjukkan penurunan berbanding dengan sampel basah. Walau bagaimanapun, kadar penurunan kandungan fitokimia dalam daun kering berbeza mengikut jenis dan keadaan pengeringan. Perbezaan yang didapati adalah disebabkan oleh pendedahan daun kepada keadaan termal yang boleh menyebabkan kemusnahan sel dan pelepasan enzim oksidatif dan hidrolitik yang boleh mengoksida kompaun fenolik. Penurunan kandungan aktif juga boleh diakibatkan oleh perubahan struktur kimia seperti polifenol dan menyebabkan pelekatan kompaun ini dan seterusnya menghalang pengekstrakan fenolik dan antioksidan daripada sampel kering.

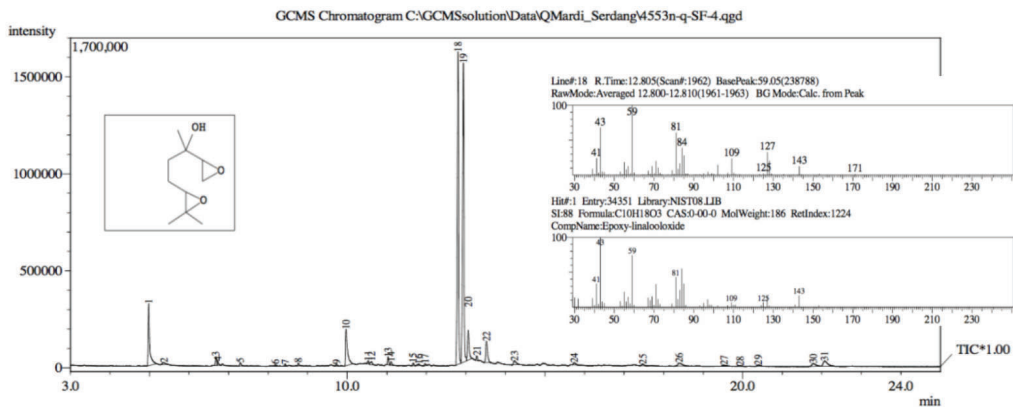
Kandungan sitral

Sitral adalah kandungan utama dalam minyak daun lemon myrtle. Minyak yang diekstrak dengan menggunakan kaedah penyulingan hidro ini dicirikan kepada kandungan bahan mudah meruap dengan menggunakan kromatografi gas-spektrometer jisim. Daun lemon myrtle basah mempunyai nilai neral (32.0 – 40.9%) dan geranial (46.1 – 60.7%) iaitu dua aldehid sitral. *Rajah 3* menunjukkan kromatogram minyak pati daun lemon myrtle kering secara konvektif dan pengering pam haba. Setiap kromatogram menunjukkan dua puncak yang ketara iaitu pada minit ke-12.804 dan 12.939 untuk sampel pengeringan konvektif

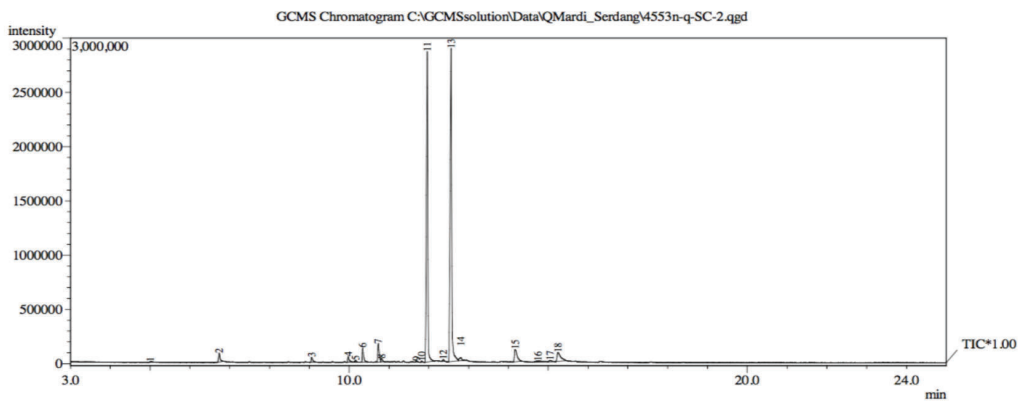
manakala bagi sampel pengering pam haba pada minit ke-11.963 dan 12.562. Perbezaan pada kedua-dua puncak komponen ini menunjukkan perbezaan komponen signifikan yang ditentukan dalam minyak pati daun lemon myrtle kering.



Rajah 2. Kesan penggunaan jenis pengeringan ke atas (a) jumlah kandungan fenolik, (b) peratus penghapus radikal bebas (DPPH, %), (c) potensi penurunan ion ferric (FRAP) (OD40: pengering konvektif pada suhu 40 °C; OD50: pengeringan konvektif pada suhu 50 °C; OD60: pengeringan konvektif pada suhu 60 °C; HPD: pengeringan pam haba)



(a)



(b)

Rajah 3. Kromatogram minyak pati daun lemon myrtle yang dikeringkan dengan kaedah (a) Pengering konvektif dan (b) Pengering pam haba

Jadual 2 menunjukkan perbandingan pengering pam haba dan pengering konvektif pada suhu 50 °C bagi penentuan kandungan komponen mudah meruap dalam minyak pati lemon myrtle. Pam pengering haba menunjukkan jumlah keseluruhan bahan mudah meruap yang lebih tinggi berbanding dengan pengering konvektif pada suhu 50 °C. Perbezaan ketara juga dapat dilihat pada kandungan utama minyak pati di mana sampel pam pengering haba menunjukkan kandungan tertinggi sitral iaitu neral (trans-citral, 38.88%) dan geranial (cis-citral, 45.08%) manakala kandungan utama sampel pengering konvektif ialah epoxy-linalooloxide (69.32%). Perbezaan ini mungkin disebabkan tempoh pengeringan yang berbeza. Pendedahan berpanjangan kepada persekitaran termal mungkin mengubah struktur molekul neral dan geranial kepada derivatif sitral yang lain. Tambahan pula, pengeringan konvektif yang menggunakan suhu tinggi dan pengudaraan intensif cenderung untuk mengakibatkan perubahan yang tidak diinginkan kepada bahan mudah meruap dalam sesuatu produk.

Jadual 2. Komponen minyak pati daun lemon myrtle yang dikeringkan dengan menggunakan pengering konvektif dan pengering pam haba

Jenis pengering	Konvektif		Pam haba	
Kompoun mudah meruap yang ditentukan	Masa pengekalan (min)	(Peratusan keluasan)	Masa pengekalan (min)	(Peratusan keluasan)
Cis-citral (3,7-dimethyl-2,6-octadienal)	11.966	0.18	11.963	38.88
Trans-citral (3,7-dimethyl-2,6-octadienal)	nd	nd	12.562	45.08
Epoxy-linalooloxide	12.804	33.59	12.808	0.67
	12.939	34.4		
	15.743	0.36		
	18.397	0.97		
Linalool (3,7-dimethyl-1,6-octadien-3-ol)	nd	nd	9.06	0.72
Citronellal (3,7-dimethyl-6-octenal)	nd	nd	10.16	0.25
Citranellal hydrate (3,7-dimethyl-7-hydroxy-octanal)	14.23	0.78	nd	nd
	19.929	0.3		
2,7-dimethyl-2,7-octanediol	nd	nd	14.17	3.02
3,7-dimethyl-2,6-octadienoic acid	nd	nd	14.745	0.75
Citranellol	nd	nd	11.69	0.13
3,7-dimethyl-2,6-octadien-1-ol	nd	nd	nd	nd
Citranellol epoxide	nd	nd	nd	nd
Jumlah		70.58		89.5

Potensi pengeringan pam haba dalam industri pemprosesan daun lemon myrtle

Kaedah pengering pam haba dapat lagi dipertingkatkan dengan penggabungan kaedah tidak memusnahkan untuk pencirian pantas dan pemantauan in situ dan atas talian untuk pemahaman yang lebih baik mengenai mekanisme dan perubahan kandungan kelembapan sepanjang proses pengeringan berlaku. Pemasangan sistem jana tenaga daripada solar dan *reservoir* tenaga juga boleh mengurangkan kebergantungan kepada tenaga elektrik dan menjimatkan tenaga.

Kesimpulan

Sebagai perbandingan dengan pengering lain (pengering konvensional), pengering pam haba telah dibuktikan sebagai kaedah pengeringan yang sesuai untuk penyahhidratan daun lemon myrtle kerana menghasilkan pengeakan sebatian mudah meruap dan warna kehijauan yang lebih tinggi. Pengering pam haba boleh digunakan untuk pemeliharaan pelbagai produk pertanian terutamanya herba sensitif terhadap haba. Keupayaan pemulihan haba sisa menarik perhatian agropreneur untuk mengaplikasi pengering pam haba ke dalam industri mereka. Ciri serba boleh pada pengering hibrid pam haba ini memastikan bukan sahaja kualiti produk lemon myrtle yang baik, tetapi juga ekonomikal, efisien dan menjimatkan masa.

Penghargaan

Penghargaan diucapkan kepada Program Teknologi Enzim dan Fermentasi, MARDI dan Universiti Nottingham Malaysia atas sokongan dari segi kewangan dan fasiliti makmal.

Bibliografi

- Buchaillot, A., Caffin, N. dan Bhandari, B. (2009). Drying of lemon myrtle (*Backhousia citriodora*) leaves: Retention of volatiles and color. *Drying Technology* 27(3): 445 – 450
- Lim, Y.Y. dan Murtijaya, J. (2007). Antioxidant properties of *Phyllanthus amarus* extracts as affected by different drying methods. *LWT - Food Science and Technology* 40(9): 1,664 – 1,669
- Mrad, N.D., Boudhrioua, N., Kechaou, N., Courtois, F. dan Bonazzi, C. (2012). Influence of air drying temperature on kinetics, physicochemical properties, total phenolic content and ascorbic acid of pears. *Food Bioprocess Processing* 90: 433 – 441
- Rayaguru, K. dan Routray, W. (2010). Effect of drying conditions on drying kinetics and quality of aromatic *Pandanus amaryllifolius* leaves. *Journal of Food Science and Technology* 47(6): 668 – 673
- Sandrang, A.K., Khalid, K. dan Bidin, I. (2014). Pemprosesan dan pemasaran utama lemon myrtle. *Buletin Teknologi MARDI* Bil. 5: 113 – 121
- Sultanbawa, Y. (2016). Lemon myrtle (*Backhousia citriodora*) oils, essential oils in food preservation, flavor and safety. Elsevier, Chapter 59(First Edition). m.s. 517 – 521

Ringkasan

Lemon myrtle dikeringkan untuk memanjangkan jangka hayat dan seterusnya dapat mengekalkan fungsinya terutama semasa proses pengeksportan. Kaedah pengeringan pam haba menunjukkan prestasi yang baik dari segi pengekalan kualiti daun kering sebagai indikasi pengekalan maksimum kefungsi daun yang dinyahhidrat. Kaedah pengering pam haba juga adalah pengering alternatif terutama dalam mengekalkan warna kehijauan dan kandungan bioaktif, sitral dalam daun lemon myrtle kering. Potensi pengeringan ini diadaptasi dalam pemprosesan daun lemon myrtle adalah sangat tinggi dan kos efektif untuk jangka masa yang panjang. Dengan aplikasi pengering pam haba, hasil dan kebolehpasaran produk lemon myrtle dapat dipertingkatkan dan pasaran antarabangsa yang lebih meluas.

Summary

Lemon myrtle is dehydrated to prolong its shelf life and in turn being able to maintain its functionality especially during the export process. The heat pump drying method showed good performance in terms of maintaining the quality of the dried leaves as an indication of the maximum retention of the functionality of the dehydrated leaves. The heat pump dryer method is also an alternative dryer especially in maintaining the green colour and bioactive content, citral in dried lemon myrtle leaves. The potential to adapt this dryer in the processing of lemon myrtle leaves is very high and cost effective for a long time. With the application of heat pump dryer, the yield and marketability of lemon myrtle products can be enhanced and widen the international market.

Pengarang

Ainaa Abdul Kahar (Dr.)

Pusat Penyelidikan Bioteknologi dan Nanoteknologi, Ibu Pejabat MARDI

Persiaran MARDI-UPM, 43400 Serdang, Selangor

E-mel: ainaa@mardi.gov.my

Ong Sze Pheng dan Law Chung Lim

Department of Chemical and Environmental Engineering, Faculty of Engineering

University of Nottingham Malaysia, Jalan Broga, 43500 Semenyih, Selangor

Nicholas J. Watson

Department of Chemical and Environmental Engineering, Faculty of Engineering

University Park, University of Nottingham, NG7 2RD, United Kingdom