

DRYING OF ASAM GELUGUR (*GARCINIA ATROVIRIDIS*) USING SOLAR DRYING SYSTEM

PENGERINGAN ASAM GELUGUR (*GARCINIA ATROVIRIDIS*) MENGGUNAKAN SISTEM PENGERING SURIA

Article history

Received
20 Oktober 2017
Received in revised form
26 April 2018
Accepted
15 May 2018
Published online
1 August 2018

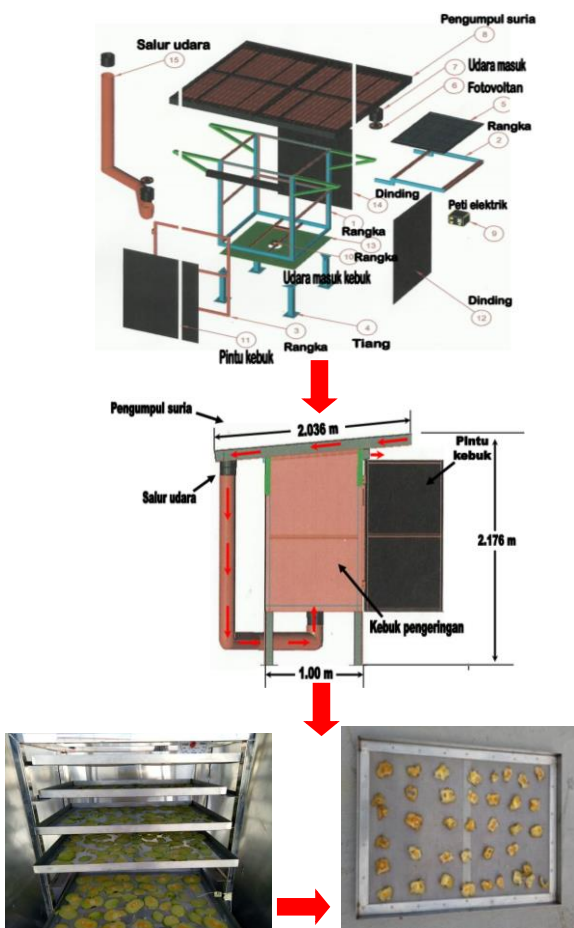
Idris Zulkifle^{a*}, Mohd Hafidz Hj Ruslan^a, Mohd. Yusof Hj Othman^a, Zahari Ibarahim^a, Kamaruzzaman Sopian^b

*Corresponding author
idris@ukm.edu.my

^aPusat Pengajian Fizik Gunaan, Universiti Kebangsaan Malaysia
43600 Bangi, Selangor, Malaysia

^bInstitut Penyelidikan Tenaga suria, Universiti Kebangsaan Malaysia
43600 Bangi, Selangor, Malaysia

Graphical abstract



Abstract

Asam keping in the market are usually dried using conventional methods. A Portable solar drying system for rural community has been designed and tested for drying of *garcinia atroviridis* under Malaysia climate condition. The initial moisture content of *garcinia atroviridis* was 90% in wet basis. After drying, these products were used for seasoning in cooking. The final content moisture after using this solar drying system was 4.4%. The pore size for both samples was seen using an electron microscope with 500 times magnification. The biggest pore size for drying using the solar drying system is 28.4 μ m which is larger and more than conventional drying that around 13 μ m. The pore size is an indicator of the dehydrated material and the heat supplied deeper.

Keywords: *Garcinia*, fresnel lens, solar dryer system, solar collector and pore

Abstrak

Asam keping yang terdapat dipasaran kebiasaannya dikeringkan menggunakan kaedah tradisional. Satu sistem pengeringan suria mudah alih telah bina dan diuji untuk pengeringan asam keping sesuai dengan cuaca di Malaysia. Selepas dikeringkan, asam gelugur dikenali sebagai asam keping digunakan sebagai perasa dalam masakan. Asam gelugur yang digunakan dalam ujikaji ini mempunyai 90% kelembapan pada asas basah dan menjadi 4.44% selepas dikeringkan. Saiz liang bagi sampel yang dikeringkan menggunakan sistem pengering suria dan sampel yang dikeringkan secara tradisional yang berada dipasaran di lihat menggunakan mikroskop elektronik dengan pembesaran sebanyak 500 kali pembesaran. Saiz liang yang maksimum bagi pengeringan menggunakan sistem pengeringan suria ini adalah 28.4 μ m yang mana saiz ini lebih besar dan lebih menyeluruh berbanding pengeringan secara tradisional sekitar 13 μ m. Saiz liang merupakan indikator kepada bahan yang lebih kering dan menunjukkan bahawa haba yang dibekalkan sampai hingga ke kebahagian yang lebih dalam.

Kata kunci: *Garcinia atroviridis*, fresnel lens, sistem pengeringan suria, pengumpul suria dan kelianagan

© 2018 Penerbit UTM Press. All rights reserved

1.0 PENGENALAN

Garcinia atroviridis ataupun dikenali sebagai buah asam gelugur di Malaysia merupakan buah yang akan dikeringkan untuk digunakan sebagai salah satu bahan perasa dalam masakan [1]. Selain daripada itu juga, kandungan asid hidrositrik yang terdapat dalam buah ini boleh digunakan sebagai ramuan untuk menurunkan berat badan [2]. Tumbuhan ini mudah didapati di kawasan tropika di Asia terutamanya di selatan Thailand dan utara Malaysia. Antara masalah pengeringan secara tradisional bagi buah ini adalah kualiti bahan yang dikeringkan tidak dapat dikawal kerana pengeringan yang dijalankan adalah bergantung kepada keadaan cuaca persekitaran [3]. Secara umumnya, kandungan kelembapan akhir bagi bahan yang dikeringkan hendaklah sekitar 5% [4] bagi menghalang pertumbuhan mikroorganisma serta memanjangkan masa penyimpanan bahan.

Kaedah pengeringan secara tradisional kebiasaannya menggunakan tikar sebagai tempat meletakkan bahan yang ingin dikeringkan dan dijemur terus dibawah sinaran matahari di kawasan lapang. Satu lagi kaedah pengeringan adalah menggunakan kaedah sistem pengeringan berkebuk. Kaedah pengeringan ini lebih bersih dan tidak memerlukan kawasan yang luas. Udara panas akan dibekalkan ke dalam kebuk bagi meningkatkan suhu kebuk untuk menyingkirkan kandungan air di dalam bahan. Udara panas tersebut boleh dibekalkan dengan menggunakan pemanas elektrik, pengumpul suria mahupun gabungan kedua dua komponen tersebut.

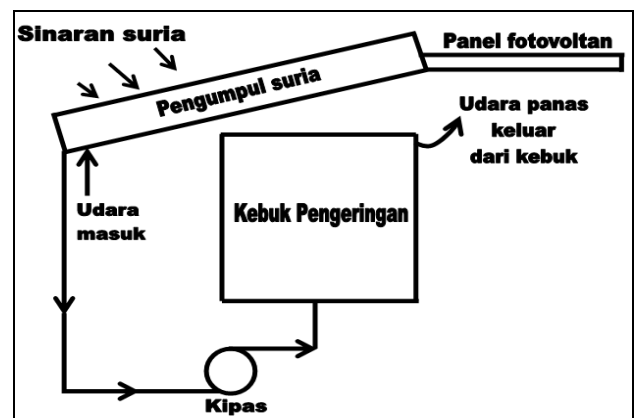
Hasil pertanian yang berada di dalam pasaran dalam negara kebanyakannya mempunyai potensi untuk dimajukan menggunakan teknologi pengeringan suria [5]. Teknologi ini sesuai diaplikasikan di Malaysia kerana Malaysia menerima sinaran suria yang panjang sekitar 13 jam sehari dengan purata suhu persekitaran antara 26 °C hingga 32 °C [6]. Sistem pengering suria yang dibangunkan merupakan gabungan pengumpul suria dan kebuk pengeringan. Kebuk pengeringan memperoleh tenaga haba daripada pengumpul suria. Fungsi utama pengumpul suria ini adalah menukarkan sinaran suria kepada tenaga haba. Haba tersebut dipindahkan melalui medium udara sebelum meningkatkan suhu kebuk lebih tinggi daripada suhu persekitaran. Antara komponen penting dalam pembinaan pengumpul suria ialah penyerap haba. Pelbagai bentuk penyerap telah dicipta untuk meningkatkan kecekapan pengumpul suria seperti pengumpul berbentuk alur V [7], pengumpul beralun silang [8], pengumpul dua laluan bersip [9] dan pengumpul tetulang pada penyerap [10]. Namun, kecekapan pengumpul yang utama tetap bergantung kepada keamatan sinaran yang menimpa penyerap tersebut. Oleh yang demikian, salah satu teknik bagi menumpukan sinaran suria

adalah dengan menggunakan kanta Fresnel [11] yang mampu mengikut jejak sinaran suria [12].

Objektif kajian ini dijalankan ialah untuk melihat lengkung pengeringan yang optimum bagi *garcinia atroviridis*, prestasi pengumpul suria dalam membekalkan tenaga kepada kebuk pengeringan serta melihat perbezaan saiz liang asam keping yang dikeringkan melalui sistem pengering suria dengan asam keping yang berada dipasaran yang dikeringkan secara tradisional. Semoga dengan maklumat yang dihasilkan dapat menjadi panduan dalam pengeringan asam gelugur yang dijalankan di kawasan luar bandar dan menggantikan kaedah tradisional sedia ada.

2.0 METODOLOGI

Rajah 1 menunjukkan skematik sistem pengering suria yang telah dibangunkan yang mana ianya boleh digunakan untuk pengeringan produk penduduk di luar bandar. Sistem ini mengandungi kebuk pengeringan yang mempunyai 10 rak pengeringan yang diperbuat daripada dawai besi, pengumpul suria alur V yang menggunakan kanta Fresnel sebagai penutup, salur udara dan kipas penghembus. Pengumpul suria dengan alur V digunakan kerana mempunyai luas permukaan pengumpul yang lebih luas dan ini akan membolehkan banyak tenaga dipindahkan [13]. Sumber kuasa kipas diperoleh daripada tenaga elektrik yang dijana menggunakan panel fotovoltan. Semua parameter utama adalah seperti dalam Jadual 1. Bacaan suhu masuk pengumpul, suhu keluar pengumpul, suhu persekitaran, suhu kebuk, suhu masuk ke dalam kebuk, keamatan, kelembapan luar dan dalam kebuk dirakam menggunakan perakam data Adam View mulai jam 0930 sehingga jam 1700.



Rajah 1 Skematik sistem pengering suria menggunakan kanta Fresnel sebagai penutup

Buah asam gelugur mentah yang diperolehi daripada pembekal tempatan dipotong dengan

ketebalan 3-4 mm dan di susun di atas dulang pengeringan. Sebelum proses pengeringan di dalam kebuk sistem pengeringan suria dijalankan, nilai kelembapan awal perlu diperolehi dengan menjalankan ujikaji pengeringan menggunakan ketuhar boleh laras di dalam makmal. Ujikaji ini perlu dilakukan untuk mengetahui kandungan air sebenar dalam bahan yang akan dikeringkan. Ia dilakukan dengan menimbang berat awal sampel dan dikeringkan dalam ketuhar pada suhu 115°C. Pengukuran berat sampel dilakukan dalam tempoh tertentu sehingga tiada perubahan berat diperhatikan. Dengan mengetahui nilai awal jisim awal dan nilai akhir sampel, kandungan kelembapan asas basah dapat ditentukan. Kandungan lembapan asas basah M boleh dikira dengan menggunakan persamaan yang berikut [14] :

$$M = \frac{w(t) - d}{w} \times 100\% \quad (1)$$

dimana $w(t)$ merupakan jisim sampel pada masa tertentu semasa pengeringan dan d ialah jisim sampel yang kering. Selain daripada itu juga, lengkung pengeringan pada suhu 40°C, 50°C dan 60°C dengan kelembapan udara sekitar 25%-30% dijalankan bagi melihat kesan suhu terhadap masa pengeringan dibandingkan dengan hasil pengeringan sistem suria.

Jadual 1 Parameter sistem pengering suria

Parameter	Nilai	Unit
Luas Pengumpul	4	m ²
Luas kebuk pengeringan	1.486	m ³
Aliran udara	0.02-0.06	kg/s
Purata suhu dalam kebuk	30-60	°C
Kuasa maksimum fotovoltan	100	W
Sudut alur V	56	darjah

Pengeringan menggunakan sistem pengering suria ini telah dijalankan menggunakan kadar aliran udara 0.023kg/s dengan purata keamatan suria 653W/m². Perubahan jisim dicatatkan bagi setiap 1 jam. Kecekapan pengumpul suria adalah berdasarkan kepada tenaga yang dapat dihasilkan oleh pengumpul suria dibahagikan dengan saiz pengumpul dan keamatan yang diterima. Kecekapan pengumpul suria boleh dikira menggunakan persamaan [15]:

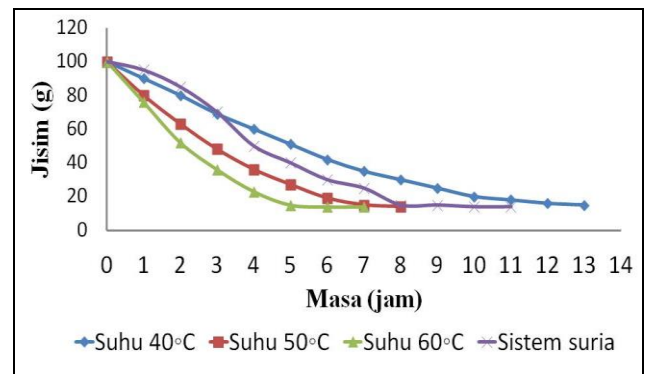
$$\eta = \frac{Q_u}{AI} \times 100\% \quad (2)$$

$$Q_u = mc (T_o - T_i) \quad (3)$$

A merupakan luas pengumpul dan I adalah keamatan suria. Q_u merupakan jumlah tenaga yang dihasilkan oleh pengumpul suria dengan melihat perbezaan suhu keluar (T_o) dan suhu masuk (T_i) manakala m adalah kadar aliran udara dan c adalah haba pendam tentu bagi udara. Keliangan bagi *garcinia atroviridis* yang telah dikeringkan ini dilihat menggunakan mikroskop elektron LEO 1450VP dengan pembesaran sebanyak 500 kali untuk melihat perbezaan kesan keliangan antara pengeringan menggunakan sistem pengeringan suria berbanding hasil pengeringan secara tradisional yang diperolehi daripada pasaran.

3.0 KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

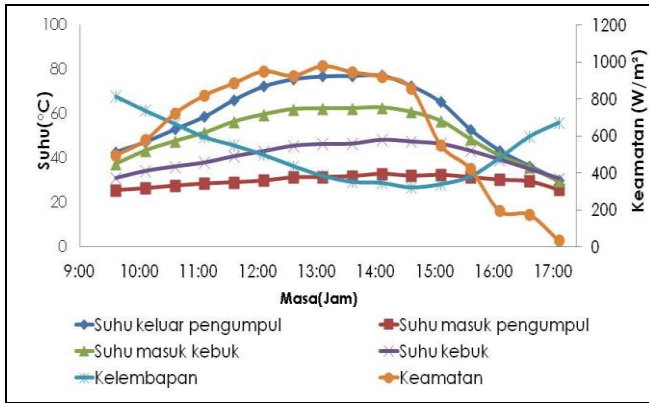
Ujikaji untuk mendapatkan lengkung pengeringan *garcinia atroviridis* telah dijalankan di Makmal Tenaga Suria, Fakulti Sains dan Teknologi, Universiti Kebangsaan Malaysia. Rajah 2 menunjukkan sampel mengambil masa 13 jam untuk berada dalam keadaan kelembapan keseimbangan pada suhu udara 40 °C manakala 8 jam pada suhu udara 50 °C dan 7 jam pada suhu udara 60 °C. Di sini dapat diperhatikan bahawa tempoh pengeringan menjadi lebih singkat pada suhu 50°C dan 60°C berbanding pada suhu 40°C. Penentuan suhu dan kelembapan udara pada ujian makmal ini adalah sebagai panduan untuk ujian pengeringan menggunakan sistem pengering suria.



Rajah 2 Perubahan jisim terhadap masa

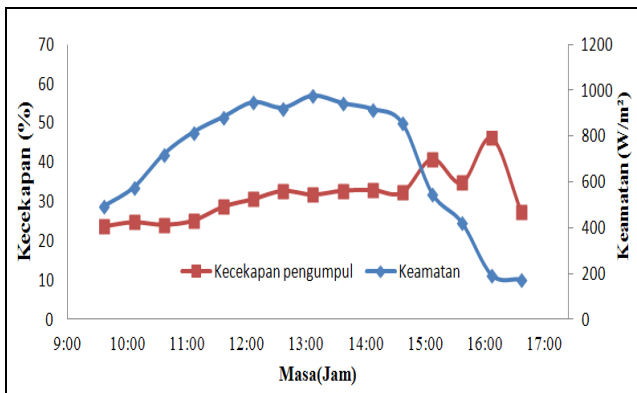
Ujikaji pengeringan menggunakan sistem pengering suria pula telah dijalankan di Tingkat 7, Bangunan Komplek Penyelidikan Universiti Kebangsaan Malaysia. Data ujikaji diambil jam 0930 hingga jam 1700 petang pada 8 dan 9 March 2017 dengan keadaan cuaca yang cerah. Berdasarkan Rajah 3, suhu kebuk maksimum yang diperolehi adalah 48.26°C dengan purata 40.75°C. Suhu yang dihasilkan ini adalah lebih tinggi berbanding purata suhu persekitaran iaitu sekitar 30°C. Nilai bacaan bagi suhu kebuk ini berhampiran dengan nilai ujian di dalam makmal yang mana sampel mengambil

masa sekitar 11 jam untuk dikeringkan menggunakan sistem pengering suria berbanding 13 jam di dalam makmal. Nilai purata bacaan kelembapan relatif udara dalam kebek pula adalah 42.56% dengan nilai minimum 21%.



Rajah 3 Graf suhu,keamatan suria dan kelembapan melawan masa pada 8 March 2017

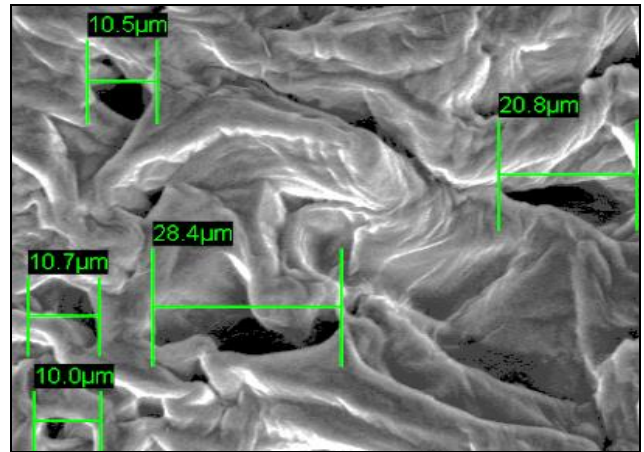
Sepanjang proses pengeringan dijalankan, pengumpul suria telah menghasilkan suhu keluar maksimum 77.23°C dengan purata kecekapan pengumpul 31.27% seperti dalam Rajah 4. Suhu keluar pengumpul meningkat berkadar terus dengan keamatan suria manakala kelembapan dalam kebek berkadar songsang dengan keamatan suria.



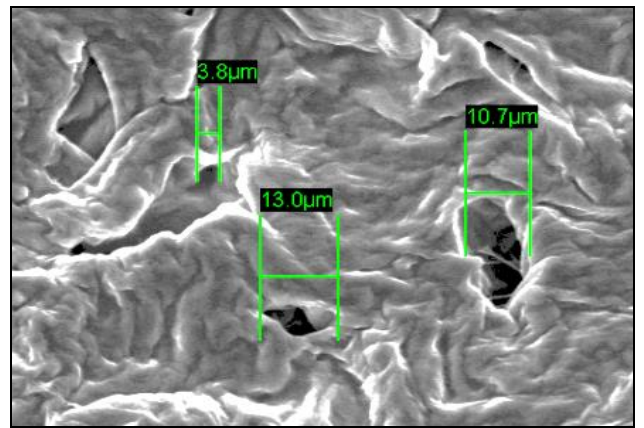
Rajah 4 Nilai kecekapan pengumpul dan keamatan suria pada 8 March 2017

Nilai kelembapan bahan yang diperolehi selepas pengeringan menggunakan sistem pengering suria adalah 4.4% manakala 4.54% untuk sampel yang berada dipasaran. Saiz liang bagi kedua dua jenis sampel ini dibandingkan seperti dalam Rajah 5 dan Rajah 6. Saiz keliangan sampel yang dikeringkan menggunakan sistem pengering suria mempunyai saiz maksimum 28.4µm dan lebih banyak berbanding hasil pengeringan secara tradisional yang terdapat dipasaran iaitu sekitar 13µm. Saiz liang yang besar ini menunjukkan air yang terdapat di dalam liang

sampel disingkirkan lebih banyak menyebabkan liang tersebut mengecut.



Rajah 5 Mikrografi imej imbasan elektron bagi garcinia atroviridis yang dikeringkan menggunakan sistem pengering suria



Rajah 6 Mikrografi imej imbasan elektron bagi garcinia atroviridis yang dikeringkan secara tradisional

4.0 KESIMPULAN

Ujikaji pengeringan *garcinia atroviridis* menggunakan sistem pengering suria dengan kanta Fresnel sebagai penutup telah dijalankan. Proses pengeringan *garcinia atroviridis* ini mengambil masa selama 11 jam untuk menurunkan kelembapan awal. Ini menunjukkan sistem pengeringan suria ini mampu menyingkirkan air dalam bahan dengan lebih singkat. Berdasarkan graf lengkung pengeringan dalam Rajah 2, kadar penurunan jisim pada suhu yang lebih tinggi menunjukkan cepat berbanding suhu yang rendah kerana proses pengeringan adalah lebih singkat kerana kadar penyejatan air daripada bahan adalah tinggi. Oleh yang demikian, masa yang diambil untuk *garcinia atroviridis* mencapai kandungan kelembapan seimbang menjadi lebih singkat. Suhu kebek yang dihasilkan juga adalah lebih tinggi daripada persekitaran. Ini

menunjukkan sistem pengeringan suria ini mampu mengeringkan sampel lebih cepat berbanding sistem tradisional yang dijemur di kawasan lapang dan bergantung kepada suhu persekitaran sahaja. Apa yang dapat diperhatikan, hasil pengeringan adalah lebih bersih dan terdapat beza warna antara pengeringan tradisional dengan pengering suria. Selain daripada itu, sistem ini mampu membekal haba secara sekata menyebabkan sampel dapat dikeringkan sehingga ke bahagian dalam. Ini dapat dilihat dengan kesan keliangan pada sampel yang dikeringkan menggunakan sistem pengering suria dan sampel yang berada dipasaran yang dikeringkan dengan kaedah tradisional. Saiz keliangan bagi pengeringan menggunakan sistem pengering suria adalah lebih besar dan menyeluruh berbanding dengan pengeringan secara tradisional yang berada di pasaran. Saiz keliangan yang besar dan menyeluruh ini menunjukkan bahawa bahan tersebut lebih kering dan haba yang dibekalkan sampai ke bahagian yang lebih dalam.

Penghargaan

Para penulis ingin merakamkan setinggi-tinggi penghargaan kepada En Ahmad Zaki Bin Zaini atas bantuan mencerap saiz keliangan *garcinia atroviridis*, Fakulti Sains dan Teknologi yang menyediakan peralatan ujikaji dan Kementerian Pengajian Tinggi yang telah menyediakan dana penyelidikan di bawah projek TRGS/1/2014/UKM/01/11/4.

Rujukan

- [1] S. Siripongvutikorn, C. Thongraung, W. Usawakesmanee, T. Buatoom, and P. Thammarutwasik. 2008. Development of Instant *Garcinia*(*Garcinia atroviridis*) Tom Yum Mix as a High Acid Seasoning. *J. Food Process. Preserv.* 33(2009): 74-86.
- [2] R. D. Mattes and L. Bormann. 2000. Effects of (À)-Hydroxycitric Acid on Appetitive Variables. *Physiology & Behavior.* 71(January): 87-94.
- [3] W. J. Sci, N. S. Thammarat, and N. S. Thammarat. 2006. Drying Characteristics of *Garcinia atroviridis*. *Walailak J. Sci. Technol.* 3(1): 13-32.
- [4] C. Geankoplis. 1993. *Transport Process and Unit Operations*. 3rd ed. New Jersey: Prentice Hall.
- [5] M. Y. H. Othman. 2009. *Tenaga untuk Manusia*. Bangi: Universiti Kebangsaan Malaysia.
- [6] M. Y. H. Othman, K. Sopian, B. Yatim, and M. N. Dalimin. 1993. Diurnal Pattern for Global Solar Radiation in Tropics: A Case Study of Malaysia. *Renew. Energy.* 3(6-7): 741-745.
- [7] M. A. Karim and M. N. A. Hawlader. 2006. Performance Evaluation of a V-Groove Solar Air Collector for Drying Applications. *Appl. Therm. Eng.* 26(1): 121-130.
- [8] W. Lin, W. Gao, and T. Liu. 2006. A Parametric Study on the Thermal Performance of Cross-Corrugated Solar Air Collectors. *Appl. Therm. Eng.* 26(10): 1043-1053.
- [9] A. Fudholi, K. Sopian, M. H. Ruslan, and M. Y. Othman. 2013. Performance and Cost Benefits Analysis of Double-Pass Solar Collector with and Without Fins. *Energy Convers. Manag.* 76: 8-19.
- [10] G. Tanda. 2011. Performance of Solar Air Heater Ducts with Different Types of Ribs on the Absorber Plate. *Energy.* 36(11): 6651-6660.
- [11] M. M. Valmiki, P. Li, J. Heyer, M. Morgan, A. Albinali, K. Alhamidi, and J. Wagoner. 2011. A Novel Application of a Fresnel Lens for a Solar Stove and Solar Heating. *Renew. Energy.* 36(5): 1614-1620.
- [12] P. W. Li, P. Kane, and M. Mokler. 2013. Modeling of Solar Tracking for Giant Fresnel Lens Solar Stoves. *Sol. Energy.* 96: 263-273.
- [13] M. Y. H. Othman, F. Hussain, K. Sopian, B. Yatim, and H. Ruslan. 2013. Performance Study of Air-based Photovoltaic-thermal (PV/T) Collector with Different Designs of Heat Exchanger. *Sains Malaysiana.* 42(9): 1319-1325.
- [14] M. Y. H. Othman, A. Fudholi, K. Sopian, M. H. Ruslan, and M. Yahya. 2012. Analisis Kinetik Pengeringan Rumpai Laut *Gracilaria changii* Menggunakan Sistem Pengering Suria. *Sains Malaysiana.* 41(2): 245-252.
- [15] V. V. J. Banout, Pehl, J. Havlik, B. Lojka, Z. Polesny. 2011. Design and Performance Evaluation of a Double-Pass Solar Drier for Drying of Red Chilli (*Capsicum annum L.*). *Sol. Energy.* March 2011.