



## Kajian Teknologi Dehumidifier Untuk Pengeringan Obat Herbal

Sri Utami Handayani<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Program DIII Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Diponegoro  
Jl. Pedalangan, Tembalang Semarang, Telp/Fax. 024 7471379  
Email : handayani@undip.ac.id

### Abstract

The potential of herbal medicinal plants in Indonesia are very large and diverse, but not fully utilized due to several factors, including the lack of post-harvest technology. Herbal medicinal plants require special treatment process so that the active substances are not lost during processing. One of the post-harvest processing that must be considered is the drying. Drying herbs at high temperatures can change / remove the active substances. Dehumidifier can be used for drying at low temperature. Basically dehumidifier working principle is similar to air conditioning. This paper presents a study on technology dehumidifier for drying herbs including working principle, drying characteristics and important parameters in the drying process.

**Keywords :** Dehumidifier, drying, heat pump dryer, energy, ginger drying.

### Pendahuluan

Gaya hidup masyarakat ke depan diperkirakan akan berubah salah satunya dari konsep pengobatan modern yang mengandalkan obat-obatan kimia menjadi pengobatan dengan bahan-bahan yang lebih alami. Hal ini disebabkan karena sifat obat kimia yang memiliki efek samping cenderung destruktif, sedangkan obat alam bersifat konstruktif meskipun dalam penyembuhan reaksinya lebih lambat. Hal tersebut akan meningkatkan peluang pengembangan tanaman obat termasuk di Indonesia yang memiliki tumbuhan obat paling lengkap dan paling banyak di dunia. Kita memiliki sekitar 30.000 spesies tanaman flora dan dari jumlah tersebut, sekitar 940 spesies adalah tanaman obat (Rukmana, 1995). Diantara beberapa komoditas tanaman obat unggulan Indonesia adalah jahe, temulawak, kencur, kunyit, temu ireng dan lengkuas.

Data BPS menunjukkan produksi tanaman obat di Indonesia berfluktuasi setiap tahunnya. Produksi jahe tahun 1997 sekitar 81.175 ton/tahun, tahun 2007 mencapai 178.502 ton/tahun, dan tahun 2010 107.734 ton/tahun. Sedangkan ditingkat dunia pangsa pasar tanaman obat Indonesia masih sekitar 1,1% dengan kedudukan di nomor 16. Dalam hal ekspor tanaman obat Indonesia masih kalah dari China, Korea Selatan dan Amerika Serikat. Padahal Indonesia memiliki potensi besar untuk mengembangkan budidaya dan produksi tanaman obat. Ketersediaan potensi sumber daya flora, keadaan tanah dan iklim, perkembangan industri jamu dan obat tradisional sangat mendukung potensi tersebut (Rukmana, 1995). Salah satu faktor yang menyebabkan rendahnya nilai ekspor tersebut adalah kualitas tanaman obat Indonesia yang masih rendah akibat teknologi pengolahan pasca panen yang belum dikembangkan dengan baik.

Salah satu proses pascapanen yang menentukan kualitas tanaman obat adalah proses pengeringan. Dengan pengeringan produk akan lebih awet, ringan dan mempermudah proses penyimpanan tanpa menurunkan kualitasnya (Dandamrongrak dkk, 2002). Namun, agar kualitas dan kandungan zat aktif tanaman obat tetap terjaga, kondisi pada saat pengeringan harus diperhatikan. Beberapa tanaman obat akan kehilangan zat-zat aktifnya bila proses pengeringan dilakukan pada temperatur tinggi. Misalnya pada jahe, kandungan zat aktif utamanya adalah (n) gingerol, zingerone dan (n) shogaol (Balladin dkk, 1998) berfungsi sebagai antioksidan dan antikanker (Yogeshwer dkk, 2007). Gingerol memiliki sifat sensitive terhadap temperatur tinggi dan dapat berubah menjadi shogaol dan turunannya bila dikeringkan pada temperatur tinggi dan waktu yang lama (Balladin dkk, 1998). Banyak produk jahe kering yang kandungan gingerolnya rendah akibat proses pengeringan pada suhu tinggi (Phoungchandang dkk, 2011) Sehingga diperlukan proses pengeringan yang higienis pada temperatur rendah. Metode yang dapat digunakan untuk proses pengeringan pada temperatur rendah adalah dengan dehumidifier. Tulisan ini memaparkan hasil studi tentang pengering dehumidifier dan prospek pengembangannya untuk pengeringan tanaman obat herbal di Indonesia.

### Proses Pengeringan

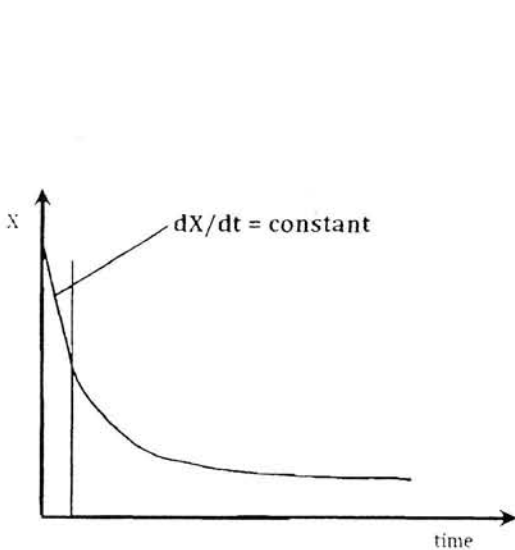
Pada proses pengeringan kandungan air pada bahan yang dikeringkan menguap karena adanya suplai kalor baik yang terjadi secara konduksi, konveksi atau radiasi. Lebih dari 85% pengering pada industri menggunakan proses perpindahan panas konveksi dengan aliran udara panas atau gas hasil pembakaran. Semua tipe pengering



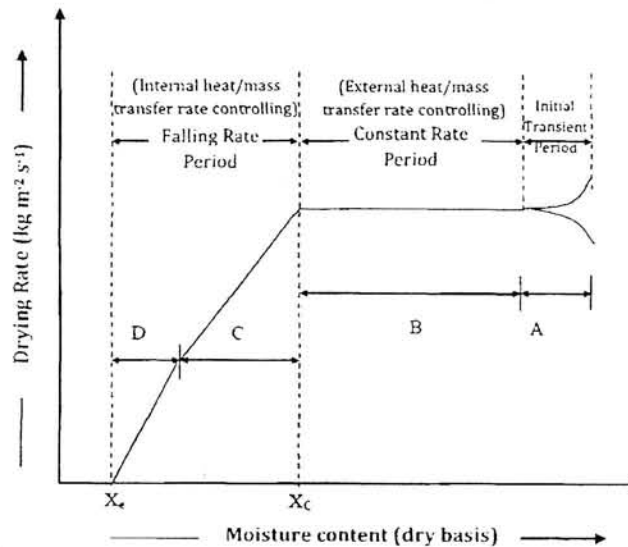
kecuali yang menggunakan microwave mensuplai panas ke permukaan obyek yang dikeringkan sehingga perpindahan panas juga terjadi secara konduksi pada material yang dikeringkan (Mujumdar dkk, 1987). Cairan akan berpindah dari bahan ke udara atau gas panas. Suatu ketika kadar air pada bahan akan mencapai kesetimbangan dengan udara pengering yang disebut dengan equilibrium moisture content.

Dalam proses pengeringan material padat yang basah, pada umumnya setelah mencapai waktu tertentu kadar air basis kering (*dry basis moisture content*),  $X$ , akan turun secara linear sebanding dengan waktu, pada periode ini dimulai proses penguapan cairan dari material. Kemudian penurunan  $X$  tidak linear, sampai kemudian material mencapai kesetimbangan kadar air yang sama dengan udara pengering,  $X^*$  dan proses pengeringan berhenti pada saat  $X_f=0$ , (Mujumdar, 2011)

$$X_f = (X - X^*) \quad (1)$$



Gambar 1a. Kurva pengeringan



Gambar 1b. Kurva laju pengeringan pada kondisi pengeringan konstan

Laju pengeringan dapat didefinisikan : (Mujumdar, 2011)

$$N = -\frac{M_s}{A} \frac{dX}{dt} \text{ atau } -\frac{M_s}{A} \frac{dX_f}{dt} \quad (2)$$

Dimana  $N$  dalam satuan ( $\text{kg}/\text{m}^2\text{h}$ ) adalah laju penguapan air.  $A$  adalah luas permukaan material yang dikeringkan dan  $M_s$  adalah massa material kering. Bila  $A$  tidak diketahui maka laju pengeringan dapat dituliskan per kilogram air yang menguap per jam. Pada gambar 1b, di daerah B (*constant rate period*) laju pengeringan konstan, disini terjadi perpindahan kalor dan massa karena pada permukaan bahan terdapat lapisan tipis cairan.  $N_c$  dapat dihitung secara empiris atau analitis untuk memperkirakan laju perpindahan panas dan massa :

$$N_c = \frac{\sum q}{i_s} \quad (3)$$

Laju pengeringan pada daerah C,D (*falling rate period*) adalah fungsi  $X$  atau  $X_f$  dan harus ditentukan secara eksperimental untuk berbagai jenis material dan tipe pengering. Sedangkan waktu total yang diperlukan untuk proses pengeringan dapat ditentukan dengan :

$$t = t_c + t_f \quad (4)$$

$$t = \frac{M_s}{AN_c} (X_c - X_e) + \frac{M_s}{AN_c} (X_c - X_e) \ln \left( \frac{X_c - X_e}{X_f - X_e} \right) \quad (5)$$

Dimana  $t_c$  adalah waktu selama laju pengeringan konstan,  $M_s$  adalah massa kering, dan  $A$  luas permukaan. Pada periode laju pengeringan turun (*falling rate periode*) diasumsikan penurunan laju pengeringan terjadi secara linear.  $N = aX + b$ , nilai  $a$  dan  $b$  dicari untuk  $X=X_c$ ;  $N=N_c$  dan  $X=X_e$ ;  $N=0$

### Pengering dehumidifier

Pengeringan dengan dehumidifikasi adalah proses dimana kandungan air pada suatu material padat dipindahkan dengan kalor sebagai sumber energi (Hawlder dkk, 2006), udara pengering memiliki kelembaban relative yang rendah sehingga proses pengeringan dapat lebih mudah terjadi. Pengeringan dengan dehumidifier pada dasarnya menggabungkan AC dengan pengering/pemanas (Minea, 2012). AC terdiri dari kompresor, kondensor,

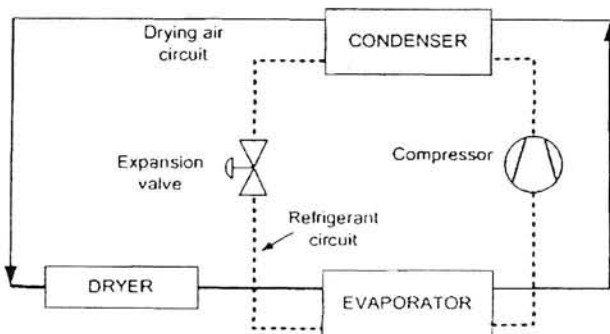
katup ekspansi, evaporator dan fan untuk menghasilkan aliran udara. Pada pengering dehumidifier udara yang keluar dari evaporator dipanaskan sampai temperatur  $30^{\circ}$  sampai  $57^{\circ}\text{C}$  (Strumillo, 2006). Kenaikan temperatur akan meningkatkan laju perpindahan kalor ke material yang dikeringkan dan laju difusi air pada material yang dikeringkan. Kelembaban relatif udara yang rendah pada akhirnya membantu perpindahan air dari material yang dikeringkan (Chua dkk, 2002).

Keunggulan dari pengering dehumidifier dibandingkan pengering konvensional adalah higienis, mudah melakukan pengontrolan temperatur dan kelembaban udara pengering sehingga dapat dipergunakan pada kisaran temperatur yang luas (Claussen dkk, 2007; Colak dan Hepbasli, 2009). Selain itu kualitas produk yang dikeringkan lebih baik, tidak tergantung pada kondisi cuaca luar serta tidak menghasilkan asap yang mengotori atmosfer (Perera dkk, 1997). Warna dan aroma dari produk yang dikeringkan dengan pengering dehumidifier juga lebih baik dibandingkan dengan pengering temperatur tinggi (Strommen dkk, 1994; Prasertan dkk, 1998). Untuk jahe pengeringan 2 tingkat pada temperatur  $40^{\circ}\text{C}$  dengan pengering dehumidifier memberikan hasil kandungan 6 gingerol lebih tinggi 6% dan waktu pengeringan lebih pendek 59,32% (Phoungchandang dkk, 2011). Obat-obatan herbal harus dikeringkan pada temperature rendah (sekitar  $30 - 45^{\circ}\text{C}$ ) dan kelembaban yang rendah untuk mempertahankan khasiatnya sebagai tanaman obat, karena pengeringan pada temperature tinggi akan merusak struktur kimia tanaman tersebut (Adapa dkk, 2002).

Sedangkan kelemahan pengering dehumidifier memerlukan tambahan pengering bila memerlukan temperature yang lebih tinggi, harganya relative lebih mahal, dapat terjadi kebocoran refrigerant bila terdapat retakan atau sambungan pipa yang bocor.

Pengering dehumidifier telah digunakan pada berbagai macam bahan antara lain apel (Colak dan Hepbasli, 2005), tanaman herbal (Fatouh dkk, 2006), jahe (Phoungchandang dkk, 2011; Hawlader dkk, 2006), pisang (Chua et al., 2001), daun basil (Phoungchandang et al., 2003), ikan cod (Eikevik dkk, 1999; Stroummendkk, 2003), keju (Alves-Filho dan Eikevik, 2007), jamur Cina (Chin dan Law, 2002), dll.

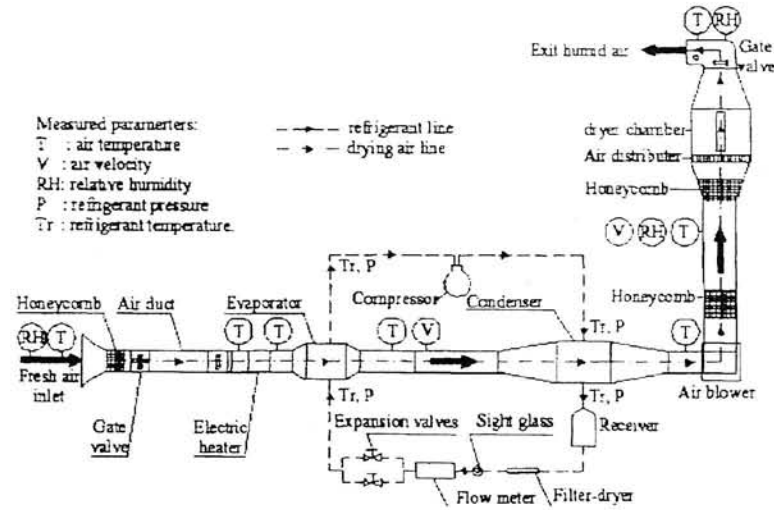
Pengembangan pengering dehumidifier telah dilakukan sejak lama, yang kemudian memunculkan berbagai bentuk desain pengering dehumidifier. Ada yang menggunakan siklus tertutup dan ada yang menggunakan siklus terbuka. Pada siklus tertutup seperti pada gambar 1 (Chua dkk, 2002) udara yang mengalir ke evaporator dan kondensor sama. Dengan siklus tertutup seperti ini diharapkan energi yang diperlukan lebih kecil, tetapi kapasitas pengeringan dan kelembaban relative udara tidak bisa dikontrol secara efisien (Minea, 2012).



Gambar 1. Skema pengering dehumidifier siklus tertutup (Chua dkk, 2002)

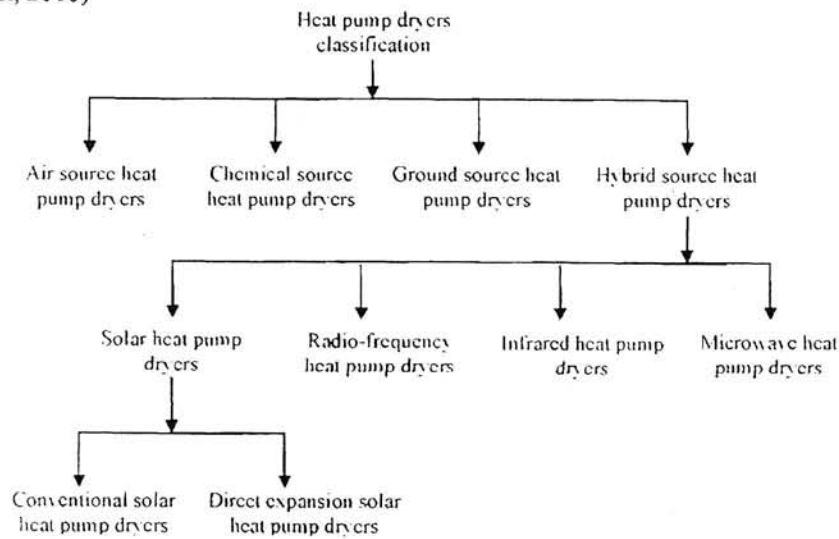
Fluida kerja pada siklus ini adalah udara dan refrigerant yang berfungsi sebagai penyerap kalor. Udara luar masuk ke evaporator, temperaturnya akan turun dan uap air yang terkandung pada udara akan mengembun sehingga kelembabannya akan turun. Setelah melewati heater temperatur udara naik dan kelembabannya akan semakin turun, kemudian dialirkan ke kotak pengering yang berisi bahan yang akan dikeringkan. Saat terjadi kontak dengan material yang kadar airnya tinggi, kandungan air akan terbawa oleh udara kering. Sebagai fluida penyerap kalor digunakan refrigerant, refrigeran pada tekanan rendah diuapkan di evaporator oleh udara, kemudian dikompresikan oleh kompresor hingga mencapai fase uap panas lanjut pada tekanan tinggi. Kemudian uap refrigerant mengalir ke kondensor dan didinginkan hingga mencair lalu diekspansikan oleh katup ekspansi sehingga tekanannya turun dan kembali ke evaporator untuk menyerap kalor udara pengering.

Pada siklus terbuka seperti pada gambar 2 (Fatouh dkk, 2006) udara segar dari atmosfer masuk ke evaporator, kemudian mengalir ke kondensor untuk mengambil kalor dari kondensor sehingga temperaturnya naik. Setelah digunakan untuk proses pengeringan di ruang pengering udara dibuang ke atmosfer. Agar kalor tidak terbuang ke lingkungan pada saluran udara maupun refrigerant dipasang isolasi. Penempatan alat-alat ukur pada setiap titik serta pengukuran massa pada interval waktu tertentu dapat dilakukan untuk mengetahui karakteristik proses pengeringan dan unjuk kerja pengering dehumidifier.



Gambar 2. Skema pengering dehumidifier siklus terbuka (Fatouh dkk, 2006)

Dari berbagai pengering dehumidifier yang telah dibuat, secara garis besar dapat diklasifikasikan sebagai berikut : (Daghigh dkk, 2010)



Fatouh dkk, 2006 menganalisa unjuk kerja ruang pengering berdasarkan produktivitasnya ( $\text{kg}/\text{m}^2\text{h}$ ) atau konsumsi energi spesifik ( $\text{kJ}/\text{kgH}_2\text{O}$ ) yang dihitung dari :

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{luas permukaan}}{\text{waktu pengeringan}} \quad (6)$$

$$\text{Konsumsi energi spesifik} = \frac{P_{\text{com}} + P_b}{\text{laju ekstraksi air rata-rata}} \quad (7)$$

Dimana  $P_{\text{com}}$  adalah daya kompresor dan  $P_b$  adalah daya blower yang dihitung dari :

$$P_{\text{com}} = V_{\text{com}} \times I_{\text{com}} \times \cos \phi \quad (8)$$

$$P_b = V_b \times I_b \times \cos \phi \quad (9)$$

Unjuk kerja ruang pengering juga dapat diketahui dari hasil perhitungan efisiensi energi dan SMER. Efisiensi pengering adalah perbandingan antara jumlah energi yang digunakan untuk memindahkan satu satuan massa air dari material yang dikeringkan (Perera dkk, 1997). Biasanya digunakan satuan  $\text{kJ}/\text{kg}$ , pada pengering dehumidifier dapat menggunakan satuan  $\text{kWh}/\text{kg}$ . Karena pada dasarnya dehumidifier adalah gabungan antara AC dan pengering,



maka seperti halnya AC, efisiensi dehumidifier juga dapat dilihat dari harga COP atau *Coefficient of Performance*, (Perera dkk, 1997) :

$$COP = \frac{Q_h}{W} \quad (10)$$

Dimana  $Q_h$  adalah energi yang diserap di evaporator ditambah energi thermal dan  $W$  adalah energi yang diperlukan untuk proses kompresi. Pada dehumidifier efisiensi pada umumnya didefinisikan sebagai jumlah air yang dikondensasikan per satuan energi yang diperlukan. Besaran ini biasa disebut sebagai SMER, (Perera, 1997)

$$COP = 1 + SMER \times h_{fg} \quad (11)$$

Dimana SMER dalam kg/kWh dan  $h_{fg}$  adalah panas laten penguapan. Dehumidifier yang baik memiliki SMER sekitar 1-4 kg/kWh dan rata-rata 2,5 kg/kWh. Sedangkan panas laten penguapan air 2255 kJ/kg pada temperatur 100°C atau sebesar 1,596 kg/kWh (Perera, 1997).

Pengering dehumidifier termasuk pengering dengan efisiensi energy yang lebih tinggi (Britnell dkk, 1994). Banister dkk, 1997 juga membandingkan kebutuhan energy untuk mengeringkan kayu pinus dengan laju ekstraksi 3,6kg/kWh antara alat pengering berbahan bakar batu bara, gas dan dehumidifier. Diperoleh hasil bahwa kebutuhan energy primer alat pengering batubara dan alat pengering berbahan bakar gas berkisar antara 2,5 sampai 2,7 GJ/m<sup>3</sup> sedangkan pengering dehumidifier memerlukan 0,6GJ/m<sup>3</sup>. Strumillo dkk, 2006, memiliki pendapat yang berbeda, salah satu kelemahan dari pengering dehumidifier adalah konsumsi energy listriknya yang lebih mahal dibandingkan dengan jenis energy yang lain. Menurut Carrington, dkk, 1995, rendahnya efisiensi pengering dehumidifier disebabkan karena masalah desain dan ketersediaan peralatan seperti kompresor pada kapasitas yang diperlukan. Diperlukan kajian yang lebih mendalam untuk membandingkan efisiensi energy pengering dehumidifier bila dibandingkan dengan jenis pengering yang lain.

#### Kesimpulan :

Pengering dehumidifier sangat potensial untuk dikembangkan di Indonesia, karena sebenarnya banyak produk pertanian yang membutuhkan pengembangan teknologi pengolahan pasca panen yang baik. Dengan melihat keunggulan, kelemahan dan karakteristiknya pengering dehumidifier akan lebih sesuai dipergunakan pada produk yang memiliki nilai jual tinggi dan perlakuan khusus seperti tanaman obat. Diperlukan penelitian untuk mengembangkan desain pengering dehumidifier yang efisien dan ekonomis agar dapat memberikan nilai tambah bagi produk pertanian terutama tanaman obat.

#### Daftar Notasi

- A = luas permukaan material [m<sup>2</sup>]
- COP = coefficient of performance
- I = arus listrik [ampere]
- M = massa material [kg]
- N = laju penguapan air [kg/m<sup>2</sup>.h]
- Pb = daya blower [kW]
- Pcom = daya kompresor [kW]
- SMER = specific moisture extraction rate [kg/kWh]
- t = waktu pengeringan [ °C]
- V = tegangan listrik [volt]
- X = kadar air basis kering

#### Daftar Pustaka

- Adapa PK, Schoenau GJ, Sokhansanj S. Performance study of a heat pump dryer system for specialty crops. Part 1: development of a simulation model. *International Journal of Energy Research* 2002;26(11):1001-19.
- Alves-Filho, O., Eikevik, T.M., 2007. Cheese drying and ripening kinetics in applications of heat pump technologies. In: 5<sup>th</sup> Asia-Pacific Drying Conference, Hong Kong, August 13e15.
- Balladin, D.A., Headley, O., Chang-Yen, I., McGaw, D.R. (1998). High pressure liquid chromatographic analysis of the main pungent principles of solar dried West Indian ginger (*Zingiber officinale* Roscoe). *Renewable Energy* 13 (4), 531-536.
- Britnell P, Birchall S, Fitz-Paine S, Young G, Mason R, Wood A. The application of heat pump drier in Australian food industry. *Drying* 1994;94B:897-903.





- Carrington, CG, Bannister, P dan Liu, Q, 1995, Performance analysis of dehumidifier using HFC134a, *Int. Journal of Refrigeration* vol. 18 no.7 pp477-485
- Chin, S.K., Law, S.L., 2002. Product quality and drying characteristics of intermittent heat pump drying of *Ganoderma tsugae murrill*. *Drying Technol.* 27, 1457e1465.
- Claussen IC, Ustad TS, Strommen I, Walde PM. Atmospheric freeze drying – a review. *Dry Technology* 2007;25:957-67.
- Colak N, Hepbasli A., 2005, Exergy analysis of drying of apple in a heat pump dryer. In: 2nd International conference of the food industries & nutrition division on; future trends in food science and nutrition; p. 145-58
- Colak, N., Hepbasli, A., 2009, A review of heat pump drying: Part 1- System, models and studies, *Energy Conversion and Management*, Elsevier.
- Daghigh, R, Ruslan, MN, Sulaiman, MY, Sopian, K, 2010, Review of solar assisted heat pump drying system for agricultural and marine products, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* vol 14. pp 2564-2579
- Dandamrongrak R, Young G, Mason R. Evaluation of various pre-treatment for the dehydration of banana and selection of suitable drying models. *J Food Eng* 2002;55:139-46.
- Fatouh, M, Metwally, MN, Helali, AB, Shedid, MH, 2006, Herbs drying using a heat pump dryer, *Energy Conversion and Management*, [www.elsevier.com](http://www.elsevier.com).
- Goh, L.J., Othman, M.Y., Mat, S., Ruslan, H., & Sopian, K. (2011). Review of Heat Pump Systems for Drying Application, *Renewable and Sustainable Energy Review* 15 (2011) 4788-4796.
- Hawladar MNA, Perera CO, Tian M. Comparison of the retention of 6-gingerol in drying under modified atmosphere heat pump drying and other drying methods. *Dry Technol* 2006;24:51-6.
- Minea, V., Part I Drying heat pumps System integration, *International Journal of Refrigeration* (2012),
- Mujumdar, AS, 2011, *Drying Technology an Overview*, Supplementary Notes for Students, National University of Singapore,
- Perera CO, Rahman MS., 1997, Heat pump dehumidifier drying of food. *Trends Food Science Technology*;8:75-9.
- Phoungchandang, S, Saentaweek, S, 2011, Effect of two stage, tray and heat pump assisted-dehumidified drying on drying characteristics and qualities of dried ginger, *Food and Bioproducts processing* 89 hal 429-437, Elsevier.
- Prasertsan S, Saen-saby P, Prateepchaikul G, Ngamsritrakul P. Effects of drying rate and ambient air conditions on the operating modes of heat pump dryer. In: *Proceedings of the 10th international drying symposium*; 1996. p. 529-34.
- Rukmana, R, *Temulawak Tanaman Rempah dan Obat*, hal 11-12, Penerbit Kanisius Yogyakarta
- Strommen I, Eikevik TM, Alves-Filho O, Syverud K, Jonassen O. 2002, Low temperature drying with heat pumps new generations of high quality dried products. In: 13th International drying symposium;
- Strommen, I., Eikevik, T.M., Alves-Filho, O., 2003 Operational modes for heat pump drying e new technologies and production of a generation of high quality dried fish products. In: 21st International Congress of Refrigeration, Washington.
- Strumillo, C., 2006. Perspectives on development in drying. *Drying Technol.* 24, 1059e1068.
- Strumillo C, Jones PL, Z'ytta R. 2006 Energy aspects in drying. In: Mujumdar AS, editor. *Handbook of industrial drying*. Boca Raton, FL, USA: Taylor & Francis Inc.; p. 1084.
- Yogeshwer, S., Madhulika, S., 2007. Cancer preventive properties of ginger: a brief review. *J. Food Sci.* 45, 683-690.
- , 2013. Menguak Potensi Tumbuhan Obat di Indonesia, <http://news.unpad.ac.id/?p=237>, diunduh tanggal 5 Februari 2013
- , 2013, Produksi Tanaman Obat Menurut Propinsi, [www.bps.go.id](http://www.bps.go.id), diunduh tanggal 5 Februari 2013