

UJI UNJUK KERJA SISTEM PENGERING DEHUMIDIFIER UNTUK PENGERINGAN JAHE

Performance Evaluation of Dehumidifier Dryer for Ginger Drying

Sri Utami Handayani, Rahmat, Seno Darmanto

Program DIII Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Pedalangan, Tembalang Semarang, 50275
Email: handayani@undip.ac.id

ABSTRAK

Pangsa pasar jahe Indonesia mengalami penurunan dalam beberapa tahun terakhir karena kalah bersaing dengan produk jahe dari negara lain akibat dari kualitasnya yang masih belum memenuhi standar. Untuk memenuhi standar mutu, teknologi pengolahan pasca panen harus lebih dikembangkan. Beberapa studi literatur menunjukkan bahwa kandungan zat aktif jahe akan tetap tinggi apabila pengeringan dilakukan pada temperatur rendah sehingga akan lebih efektif bila dilakukan dengan mekanisme dehumidifier. Penelitian ini bertujuan untuk menguji unjuk kerja peralatan pengering dehumidifier yang meliputi distribusi suhu dan kelembaban udara, kapasitas dan kemampuan pengeringan. Peralatan pengering dengan dehumidifier menggunakan *AC split* yang dimodifikasi dengan menambahkan heater dan ruang pengeringan. Sedangkan produk yang diteliti adalah jahe. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peralatan mampu menghasilkan udara dengan temperatur udara masuk ruang pengering 60°C dan RH hingga 0% serta menurunkan kadar air dari 36% hingga menjadi 0,1% dalam waktu 7 jam.

Kata kunci: Alat pengering, jahe, dehumidifikasi

ABSTRACT

Indonesian ginger market share has decreased in recent years due to competition with ginger products from other countries because of its quality still does not meet the standards. To meet the quality standards, post-harvesting processing technology should be improved. Some literature suggest that the active content of ginger will remain high after drying when the drying is performed at low or room temperature. So it will be more effective when done with a dehumidifier mechanism. This study aimed to test the performance of the dehumidifier drying equipment which includes distribution of temperature and humidity, drying capacity and capability. Dryer with a dehumidifier using a modified split AC by adding heater and a drying box. While the products studied are ginger. The results showed that the equipment is capable of producing inlet air temperature of 60°C and RH up to 0% as well as lowering the water content from 36% up to 0.1% in 7 hours.

Keywords: Drying, dehumidifier, ginger

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Jahe banyak dipergunakan masyarakat baik di dalam negeri atau di luar negeri. Jahe merupakan salah satu bahan obat tradisional sebagai obat anti inflamasi, obat nyeri sendi dan otot, obat batuk, anti kanker, dll. Selain itu jahe juga digunakan sebagai pemberi rasa dan aroma pada makanan, seperti permen, biskuit, kue dan minuman. Minyak jahe

banyak digunakan pada industri parfum dan minuman (Amelia, 2009).

Data BPS menunjukkan produksi jahe di Indonesia berfluktuasi setiap tahunnya. Produksi jahe tahun 2005 sekitar 125.827 ton/tahun, tahun 2007 mencapai 178.502 ton/tahun, dan tahun 2010 107.734 ton/tahun (BPS, 2013). Jahe diekspor dalam bentuk jahe kering, jahe segar olahan dan minyak atsiri ke Amerika Serikat, Belanda, Uni Emirat Arab, Pakistan, Jepang, Hongkong, dll. Indonesia pernah menjadi

eksportir dengan nilai ekspor terbesar pada tahun 1990 sampai tahun 1993, namun prestasi ini semakin menurun dan pada tahun 2007 berada pada peringkat ke 14 dengan nilai ekspor US\$ 1.635.026 (Amelia, 2009). Kualitas jahe yang masih rendah akibat teknologi pengolahan pasca panen yang belum dikembangkan dengan baik menyebabkan jahe dari Indonesia sulit untuk bersaing di pasar luar negeri.

Pengolahan jahe agar menjadi jahe kering/simplisia dilakukan dengan cara pencucian, pengirisan dan pengeringan. Pengeringan biasa dilakukan masyarakat dengan penjemuran langsung, dianginkan, maupun dengan udara panas yang mengalir. Penjemuran langsung dilakukan dengan menghamparkan jahe secara merata pada lantai semen atau rak kayu dan dibalik setelah beberapa saat. Cara ini mudah dan murah, namun memiliki kelemahan yaitu suhu dan kelembaban tidak terkontrol, memerlukan area penjemuran yang luas, tergantung pada cuaca, waktu pengeringan lama dan jahe mudah terkontaminasi debu dan kotoran (Kadin Indonesia, 2013).

Proses pengeringan dapat juga dilakukan dengan mengalirkan udara panas pada bahan dalam ruang tertutup (*closed drying*). Banyak keunggulan pengeringan jenis tertutup yakni bahan bersih, warna alami, kontaminasi bahan pengotor rendah dan rasa lebih baik. Pengeringan yang terlampaui cepat dapat merusak bahan, oleh karena permukaan bahan terlalu cepat kering sehingga kurang bisa diimbangi dengan kecepatan gerakan air di dalam bahan yang menuju permukaan bahan tersebut. Di sisi lain, operasional pengeringan dengan suhu yang terlalu tinggi dapat merusak bahan (Darmanto, 2005).

Jahe mengandung phytochemical group, (n) gingerol, zingerone, dan (n)shogaol yang berfungsi sebagai antioksidan dan anti kanker. 6-Gingerol memiliki sifat sensitive terhadap temperatur dan dapat berubah apabila dikeringkan pada temperatur tinggi dalam waktu yang lama (Balladin dkk, 1998). Banyak produk jahe kering yang kandungan gingerolnya rendah akibat proses pengeringan pada suhu tinggi (Phoungchandang dkk, 2011). Oleh karena itu pada proses pengeringan jahe diperlukan pengering dengan suhu rendah agar kandungan (n)gingerol, zingerone dan (n) shogaol tidak rusak selama proses pengeringan. Salah satu metode pengeringan pada suhu rendah adalah dengan pengering dehumidifier. Pengujian unjuk kerja pengering dehumidifier diperlukan untuk mengetahui kinerjanya dalam pengembangan pengering dehumidifier lebih lanjut.

Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui unjuk kerja peralatan pengering sistem dehumidifier pada pengeringan jahe. Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai salah satu acuan bagi pengembangan pengering dehumidifier sehingga

dapat meningkatkan teknologi pengolahan pasca panen, khususnya untuk tanaman jahe.

Tinjauan Pustaka

Pengeringan adalah salah satu cara pengawetan yang dilakukan dengan cara menurunkan kelembaban (Fatouh dkk, 2006). Ada beberapa metoda pengeringan yang bisa dilakukan yaitu secara konvensional, dengan tenaga matahari, dehidrator dan menggunakan mesin kalor (Goh dkk, 2011). Keunggulan mesin kalor untuk proses pengeringan antara lain kemampuannya untuk mengontrol temperatur dan kelembaban, sehingga dapat diatur untuk berbagai kondisi pengeringan (Claussen dkk, 2007). Pemanfaatan dehumidifier untuk proses pengeringan yang mengkombinasikan mesin kalor dan pengering dapat mengurangi kalor laten dan kalor sensible, sehingga kemampuan thermalnya akan meningkat dan pengontrolan kondisi udara masuk lebih efektif (Sarkar dkk, 2006)

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 relatif 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° sampai 57°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.

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, 2002; Prasertan dan Rahman, 1996). Untuk jahe pengeringan 2 tingkat pada temperatur 40°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°C) dan kelembaban yang rendah untuk mempertahankan

khasiatnya sebagai tanaman obat, karena pengeringan pada temperatur tinggi akan merusak struktur kimia tanaman tersebut (Adapa dkk, 2002).

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan yang diuji pada penelitian ini adalah jahe, dengan berat 460 gr untuk setiap rak pengering, sehingga total jahe yang dikeringkan sebesar 1380 gr.

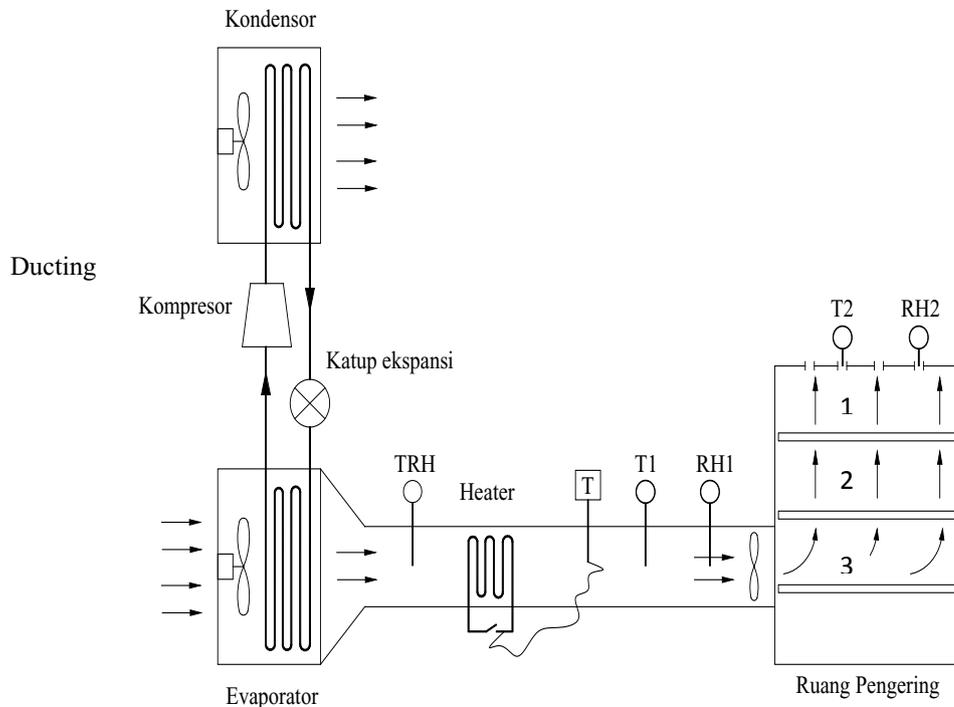
Desain peralatan pengering sistem dehumidifier adalah modifikasi AC Split dengan menambahkan pemanas, saluran udara dan ruang pengering. Skema peralatan pengering dengan sistem dehumidifier ditunjukkan di Gambar 1.

Komponen peralatan pengering sistem dehumidifier meliputi:

1. Sistem Air Conditioning yang meliputi kompresor, evaporator, kondensor, katup ekspansi, ruang evaporator, selang dan panel instalasi pendingin. Spesifikasi AC yang dipergunakan :

- Kapasitas : 8900 Btu/h
- Voltase : 220 – 240 V
- Arus : 3,86 A
- Frekuensi : 50 Hz
- Refrigerant : R22, 0,49 kg

2. Ducting, dipergunakan sebagai saluran udara yang telah dikondisikan di unit AC menuju ke ruang pengering. Pemanas udara dipasang di dalam ducting.
3. Ruang pengeringan, berbentuk kotak dan memiliki 3 susun rak, masing masing rak berukuran 50 cm x 50 cm.
4. Heater, daya 100 watt
5. 1 fan penghisap/tekan udara.
6. 1 unit termokopel, sebagai sensor suhu agar sesuai dengan batas pengukuran yang diinginkan, skala 0 sd 400°C
7. 1 unit kontaktor, dihubungkan dengan termokopel untuk memutus arus pada heater.

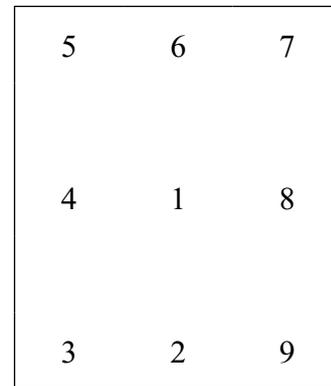


Keterangan:

- TRH : Thermohigrometer
- T : Termokopel
- T1,T2 : Termometer sisi masuk dan keluar ruang pengering
- RH1, RH 2: Higrometer pada sisi masuk dan keluar ruang pengering

Gambar 1. Skema pengering

8. Lampu indikator untuk tanda on-off pada heater.
9. Alat ukur yang meliputi :
 Termometer digital : range -40 sd 70°C, ketelitian 0,1°C
 Thermometer analog : range 0 sd 120°C/ 32 sd 250°F
 Thermohigrometer digital : range 0 sd 100%, temperatur maks 50°C
 Higrometer analog : range 0 sd 100%.



Gambar 2. Titik-titik lokasi pengukuran kadar air.

Prosedur Penelitian

Persiapan Alat dan Bahan:

1. Jahe ditimbang sebanyak 1380 gr, kemudian dicuci dan diiris memanjang. Tebal pengirisan kurang lebih 3 mm.
2. Menyiapkan dan merangkai peralatan pengering yang meliputi unit AC, ducting, alat ukur dan ruang pengeringan.
3. Jahe yang telah diiris dimasukkan ke dalam rak-rak yang ada dalam box pengering. Dalam ruang pengering terdapat 3 baris rak, jahe yang akan dimasukkan ke masing-masing rak ditimbang terlebih dahulu, berat jahe dalam setiap rak adalah 460 gr.

Langkah pengambilan data dilakukan dalam 2 tahap meliputi pra pengambilan data dan pengambilan data sebenarnya. Pengambilan data untuk pra pengambilan data dilakukan sebagai berikut :

1. Menjalankan unit AC sampai suhu outlet terindikasi stabil dan direncanakan dengan suhu 16°C dan RH 79%
2. Menyalakan heater level I sampai kondisi udara outlet stabil dengan waktu 5 menit
3. Analisa heater sampai suhu kembali ke kondisi awal.

Pengambilan data sebenarnya dilakukan mulai dari keadaan unit AC bekerja dengan stabil sehingga data yang diambil valid. Prosedur pengambilan data pengujian adalah sebagai berikut :

1. Masukkan jahe yang telah ditimbang ke dalam ruang pengering
2. Amati kondisi pada masing-masing alat ukur.
3. Catat data pada masing-masing alat ukur dalam interval waktu satu jam. Termasuk kandungan air pada jahe. Dalam ruang pengering terdapat 3 buah rak, rak ke 1 adalah rak paling atas dan rak ke 3 adalah rak bagian bawah. Kandungan air pada jahe diukur pada 9 titik di setiap rak, dengan tujuan untuk mengetahui keseragaman distribusi udara. Titik-titik tersebut adalah seperti pada gambar berikut:

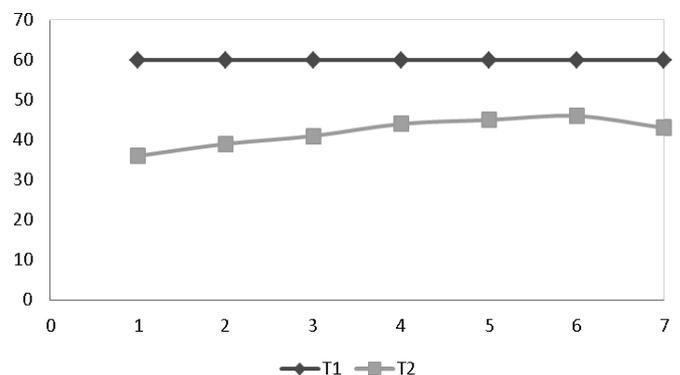
4. Setelah diperoleh kadar air yang diinginkan matikan unit AC dan timbang jahe pada masing-masing rak.

HASIL DAN PEMBAHASAN

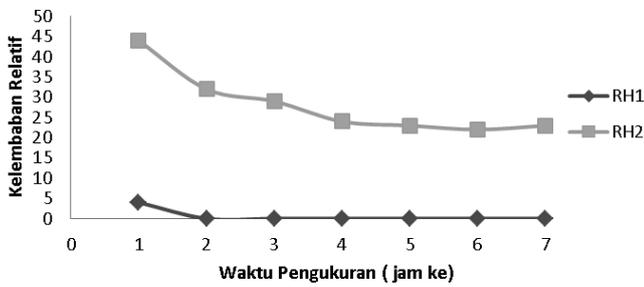
Analisa uji unjuk kerja peralatan pengering dehumidifier didasarkan pada kriteria yang meliputi temperatur udara pengering, RH dan kadar air produk yang dikeringkan dalam hal ini jahe.

Temperatur dan Kelembaban Udara Ruang Pengering

Selama pengujian temperatur masuk ruang pengering diusahakan konstan pada 60°C, sedangkan kelembaban udara masuk ruang pengering diusahakan konstan pada 0°C, pengaturan dilakukan dengan termokopel. Temperatur udara keluar ruang pengering (T₂) dan kelembaban udara keluar ruang pengering (RH₂) diukur pada lubang udara ventilasi yang terdapat pada bagian atas ruang pengering, seperti pada gambar 1. Hubungan antara waktu dengan temperatur adalah seperti pada gambar berikut ini:



Gambar 3. Kondisi temperatur udara masuk (T1) dan keluar (T2) ruang pengering

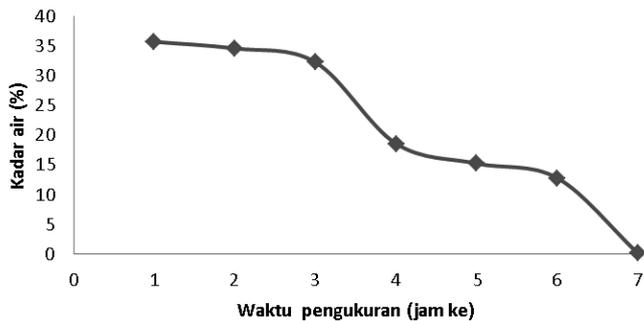


Gambar 4. Kelembaban relatif pada sisi masuk (RH1) dan keluar (RH2) ruang pengering

Dari data pengamatan temperatur udara keluar ruang pengering pada Gambar 3 terlihat bahwa temperatur udara keluar makin lama makin tinggi, hal ini disebabkan karena pengaruh kerja heater dan panas yang tersimpan pada konstruksi ruang pengering. Sedangkan kelembaban udara relatif keluar ruang pengering makin lama makin turun, hal ini disebabkan karena kadar air yang ada dalam produk juga makin lama makin rendah.

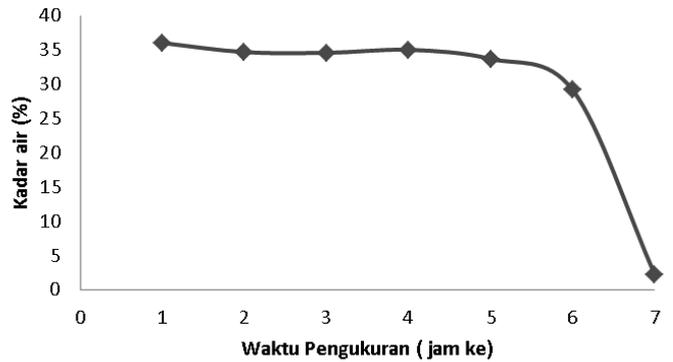
Kadar Air Jahe Rata-Rata

Hasil pengujian pada masing-masing rak pada setiap titik dirata-rata dan hasilnya digambarkan pada Gambar 5-7.



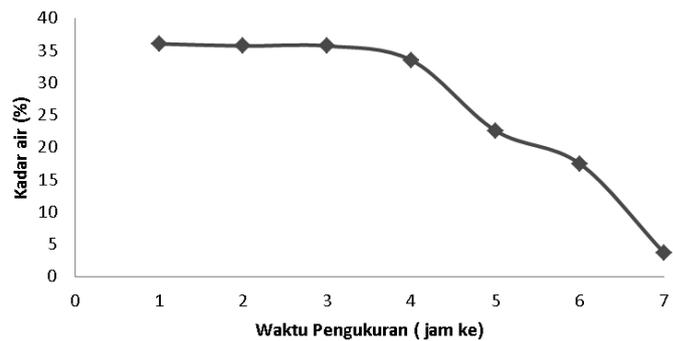
Gambar 5. Hasil pengujian kadar air jahe rata-rata pada rak ke 1

Hasil pengujian kadar air menunjukkan bahwa kadar air pada akhir jam ke 7 rata-rata berkisar pada 0,1%. Bila mengacu pada standar mutu jahe untuk ekspor sebesar maksimum 12% (Yuliani dan Kailaku, 2009), maka waktu yang diperlukan untuk proses pengeringan akan kurang dari 7 jam.



Gambar 6. Hasil pengujian kadar air pada rak ke 2

Dari gambar 5 terlihat bahwa pada 3 jam pertama kadar air pada rak ke 1 relatif konstan dan penurunan kadar air tidak terlalu signifikan, setelah itu terjadi penurunan kadar air yang cukup besar sampai dengan jam ke 7. Pada rak ke 2 dan ke 3 kadar air relatif konstan selama 4 jam pengeringan, setelah itu baru turun. Pada awal proses pengeringan permukaan jahe berada pada fase jenuh, sehingga laju penguapan rendah. Setelah itu laju penguapan meningkat dengan cepat karena jahe sudah melewati kondisi jenuh (Fatouh dkk, 2006)

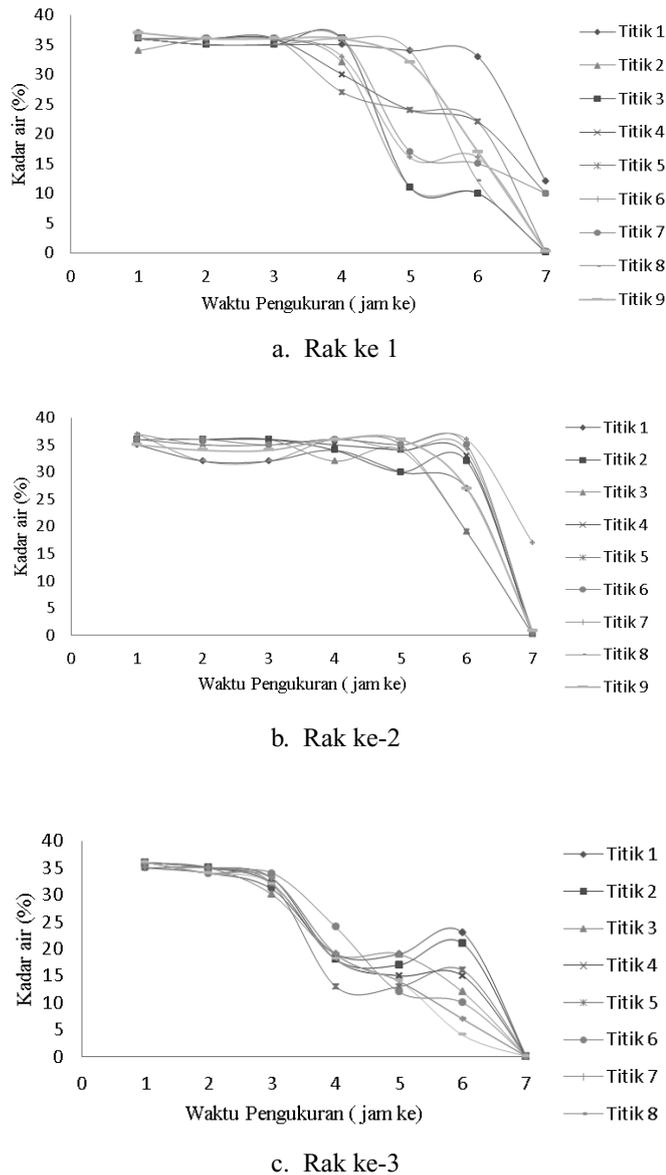


Gambar 7. Hasil pengujian kadar air pada rak ke 3

Penurunan kadar air paling cepat terjadi pada rak ke-1 (paling atas), sedangkan yang paling lambat terjadi pada rak ke-2 (tengah). Hal ini disebabkan karena sifat alami udara panas akan mengalir keatas, sehingga udara panas akan terkumpul di rak paling atas.

Distribusi Aliran Udara pada Rak Pengering

Distribusi aliran udara pada rak pengering dapat diperkirakan dengan melihat kadar air jahe pada setiap titik di rak pengering seperti pada gambar 8a, 8b, 8c berikut ini :



Gambar 8. Kadar air jahe pada setiap titik pengukuran a) Rak ke-1, b) Rak ke-2, c) Rak ke-3

Dari gambar 8 terlihat bahwa setelah jam ke 3 kadar air di setiap titik pada rak ke 1 bervariasi, sedangkan pada rak ke 2 dan 3 variasi terjadi pada jam ke 4. Hal ini menunjukkan adanya distribusi aliran udara yang tidak merata di dalam ruang pengering. Adanya distribusi aliran yang merata akan menyeragamkan tingkat kekeringan pada setiap titik pengukuran. Selain itu dengan pemasangan fan pada sisi masuk ruang pengering dan lubang udara pada bagian atas

ruang pengering akan meningkatkan kemungkinan terjadinya aliran balik pada ruang pengering. Pengaturan distribusi aliran udara yang baik akan mencegah terjadinya aliran balik dan selanjutnya akan meningkatkan efisiensi pengering (Sundkk, 2004).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat diambil kesimpulan bahwa :

1. Temperatur udara dan kelembaban relatif yang yang dihasilkan oleh sistem pengering stabil pada 60°C, 0% RH selama peralatan beroperasi.
2. Pada awal proses pengeringan penurunan kadar air tidak signifikan , karena produk berada pada kondisi *saturated*, setelah produk memasuki fase *unsaturated* maka laju pengeringan akan lebih cepat.
3. Distribusi udara di dalam rak pengering masih kurang merata, terlihat dari kadar air produk yang tidak sama antara rak 1, 2 dan 3 di setiap titik pengukuran setelah jam ke 3.

DAFTAR PUSTAKA

Adapa, P.K., Schoenau, G.J. dan Sokhansanj, S. (2002). Performance study of a heat pump dryer system for specialty crops. Part 1: development of a simulation model. *International Journal of Energy Research* **26**(11): 1001-1019.

Amelia, F. (2009). *Daya Saing Jahe Indonesia di Pasar Internasional*. Skripsi. Departemen Ilmu Ekonomi, Fakultas Ekonomi dan Manajemen, Institut Pertanian Bogor, Bogor.

Badan Pusat Statistik (2013). Produksi tanaman obat-obatan di Indonesia 1997 – 2012. http://www.bps.go.id/tab_sub/view.php?kat=3&tabel=1&daftar=1&id_subyek=55¬ab=25 [23 Agustus 2012].

Balladin, D.A., Headley, O., Chang-Yen, I. dan 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.

Claussen, I.C., Ustad, T.S., Strommen, I. dan Walde, P.M. (2007). Atmospheric freeze drying – a review. *Drying Technology* **25**:957-67.

Colak, N. dan Hepbasli, A.(2009). A review of heat pump drying: Part 1- system, models and studies. *Energy Conversion and Management* **50**(2009): 2180-2186.

- Darmanto, S.(2005). *Menganalisa Aliran Kalor pada Mesin Pengering Ikan Teri Berkapasitas 10 kg dengan Bahan Bakar Minyak*. Laporan Penelitian DIK Rutin Universitas Diponegoro, Semarang.
- Fatouh, M., Metwally, M.N., Helali, A.B.dan Shedid, M.H. (2006). Herbs drying using a heat pump dryer. *Energy Conversion and Management* **47**: 2629-2643.
- Goh, L.J., Othman, M.Y., Mat, S., Ruslan, H.dan Sopian, K. (2011). Review of heat pump systems for drying application. *Renewable and Sustainable Energy Review* **15**: 4788-4796.
- Hawladar, M.N.A., Perera, C.O. dan Tian, M. (2006). Comparison of the retention of 6-gingerol in drying under modified atmosphere heat pump drying and other drying methods. *Dry Technology* **24**: 51-56.
- Kadin Indonesia (2013). Pengolahan jahe.http://kadin-indonesia.or.id/id/doc/UKM_Teknologi_Jahe.pdf [17 September 2013].
- Minea, V. (2012). Part I drying heat pumps system integration. *International Journal of Refrigeration* **36**: 643-658.
- Moeljanto (1992). *Pengawetan dan Pengolahan Hasil Perikanan*. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Perera, C.O. dan Rahman, M.S.(1997). Heat pump demuhidifier drying of food. *Trends Food Science Technology* **8**: 75-79.
- Phoungchandang, S., Nongsang, S. dan Sanchai, P. (2009). The development of ginger drying using tray drying, heat pump dehumidified drying and mixed mode solar drying. *Drying Technology* **27**(10): 1123-1131.
- Phoungchandang, S. dan Saentaweesuk, 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**: 429-437.
- Prasertsan, S., Saen-saby, P., Prateepchaikul, G. dan Ngamsritrakul, P. (1996). Effects of drying rate and ambient air conditions on the operating modes of heat pump dryer. *Proceedings of The 10th International Drying Symposium* 529-534.
- Sarkar, J., Bhattacharyya, S., Gopal, R. dan Transcritical, M. (2006). CO₂ heat pump dryer: part mathematical model and simulation. *Drying Technology* **24**:1583-1591.
- Strommen, I., Eikevik, T.M., Alves-Filho, O., Syverud, K. dan Jonassen, O. (2002). Low temperatur drying with heat pumps new generations of high quality dried products. *13th International Drying Symposium*. Beijing, China, 27-30 Agustus.
- Strumillo, C. (2006). Perspectives on development in drying. *Drying Technology* **24**: 1059-1068.
- Sun, Z.F., Carrington, C.G., Anderson, J.A.dan Sun, Q. (2004). Airflow pattern in dehumidifier wood drying kilns. *Trans IchemePart A, Chemical Engineering Research and Design* **82**(A10): 1344-1352.
- Yuliani, S. dan Kailaku, S.I. (2009). Pengembangan produk jahe kering dalam berbagai jenis industri, *Buletin Teknologi Pascapanen Pertanian* **5**: 61-68.