

KAJI EKSPERIMENTAL UNJUK KERJA PENGERING DEHUMIDIFIKASI TERINTEGRASI DENGAN PEMANAS UDARA SURYA UNTUK MENGERINGKAN TEMULAWAK

Oleh :

M. Yahya

Jurusan Teknik Mesin, Institut Teknologi Padang, Sumatera Barat
E-mail : yahya_err@yahoo.com

Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah merancang, membuat dan menguji pengering dehumidifikasi terintegrasi dengan pemanas udara surya untuk mengeringkan temulawak. Pengering ini terdiri dari beberapa komponen utama yaitu: dehumidifier, pemanas udara surya, ruang pengering dan blower. Dehumidifier mempunyai daya 1 kW dan terdiri dari beberapa komponen utama yaitu evaporator, kondensor, kompresor dan katup ekspansi. Pemanas udara surya jenis plat datar bersipir aliran dua-pass, dan luas 3,6 m². Aspek yang ditinjau pada unjuk kerja pengering adalah COP dehumidifier, waktu pengeringan, SMER dan efisiensi termal pengering. Dari hasil pengujian diperoleh: COP dehumidifier sekitar 2,17, waktu yang diperlukan untuk mengeringkan temulawak sebanyak 30,7 kg dengan kadar air awal 80% hingga kadar air akhir 7,5% pada temperatur dan kelembapan relatif udara rata-rata 57,9°C dan 20,29%, dan intensitas matahari rata-rata 871,4 Watt/m² selama 8,5 jam. SMER maksimum dan rata-rata yang dicapai, masing-masing sebanyak 0,83 kg/kWh dan 0,55 kg/kWh, efisiensi termal pengering maksimum dan rata-rata diperoleh, masing-masing sebanyak 58,36% dan 36,04%. Dari hasil pengujian disimpulkan bahwa pengering dehumidifikasi terintegrasi dengan pemanas udara surya mampu mengeringkan temulawak dengan cepat, efisiensi termal cukup tinggi, dan pengering ini sesuai untuk mengeringkan temulawak (bahan yang sensitif terhadap panas) karena suhu pengeringan tidak melebihi suhu udara yang diizinkan.

Kata kunci: Pengeringan, Temulawak, Sensitif, Dehumidifeir, Pemanas Udara Surya

PENDAHULUAN

Pengeringan bahan bertujuan untuk menurunkan kadar air sampai batas tertentu sehingga dapat memperlambat laju kerusakan akibat aktivitas biologik dan kimia sebelum bahan diolah atau dapat disimpan dalam jangka waktu yang lama. Selain itu, pengeringan juga bertujuan untuk memudahkan pemasaran, karena bahan kering jauh lebih ringan dengan volume yang lebih kecil daripada bahan basah, sehingga lebih mudah dan murah untuk dikemas, diangkut dan didistribusikan. Pada proses pengeringan diharapkan waktu pengeringan lebih singkat dan kualitas bahan yang dikeringkan dapat dipertahankan atau zat-zat yang dimiliki bahan tidak hilang selama pengeringan.

Temulawak merupakan tanaman berkhasiat obat di mana rimpangnya mengandung zat-zat yang dapat digunakan untuk mengobati penyakit lever yaitu memperbaiki fungsi hati dan menurunkan kadar SGPT dan SGOT [1],

meningkatkan sistem imunitas tubuh, anti bakteri, anti diabetik, dan anti oksidan [2]. Temu lawak (rimpang) setelah dipanen memiliki sifat mudah rusak (perishable). Sifat mudah rusak ini dipengaruhi oleh kadar air dalam rimpang temu lawak cukup tinggi sekitar 80% basis basah [3], dan agar dapat disimpan dalam jangka waktu lama sebelum dipasarkan atau sebelum diolah temulawak harus dikeringkan. Namun, secara umumnya petani di Indonesia untuk mengeringkan tanaman obat masih menggunakan metoda tradisional yaitu penjemuran secara langsung di bawah sinaran matahari (sun drying) dan juga menggunakan alat pengering buatan jenis pengering udara panas (hot air dryer) [4]. Metoda pengeringan tradisional mempunyai beberapa kelemahan seperti, memerlukan tempat penjemuran yang luas, memerlukan waktu yang lama dan kualitas hasil pengeringan rendah. Sedangkan menggunakan alat pengering buatan jenis udara panas memiliki kelemahan yaitu waktu (lama) pengeringan tergantung pada suhu udara

pengering, makin tinggi suhu pengeringan semakin cepat waktu pengeringan, demikian pula sebaliknya. Alat pengering jenis udara panas ini kurang sesuai untuk mengeringkan bahan yang sensitif terhadap panas seperti temulawak karena dengan suhu yang tinggi dapat merusak zat-zat yang dimiliki temulawak sehingga menghasilkan temulawak kering dengan kualitas rendah. Temulawak hanya boleh dikeringkan pada suhu tidak melebihi 60°C. Sementara itu, pengeringan dengan suhu rendah akan memerlukan waktu pengeringan yang lama (kurang ekonomis).

Untuk mengatasi masalah yang dihadapi petani perlu diciptakan alat pengering yang cepat dan kualitas bahan dapat dipertahankan. Tujuan dari penelitian ini adalah membuat dan menguji Pengering Dehumidifikasi Terintegrasi dengan Pemanas Udara Surya untuk Mengeringkan Temulawak.

METODOLOGI PENELITIAN

a. Deskripsi pengering dehumidifikasi terintegrasi dengan pemanas udara surya.

Pengering dehumidifikasi terintegrasi dengan pemanas udara surya terdiri dari beberapa komponen utama yaitu: pemanas udara surya, dehumidifier, ruang pengering dan blower, seperti yang ditunjukkan pada Gambar (1-2). Dehumidifier mempunyai daya 1 kW dan terdiri dari beberapa komponen utama yaitu evaporator, kondensor, kompresor dan katup ekspansi. Pemanas udara surya mempunyai luas 3,6 m² dan terdiri dari penutup transparan (kaca), plat penyerap bersirip aliran dua-pass, dan kerangka yang dilengkapi dengan isolasi (isolator). Sedangkan ruang pengering terdiri dari ruang pengering, rak pengering bahan dan sistem ventilasi.

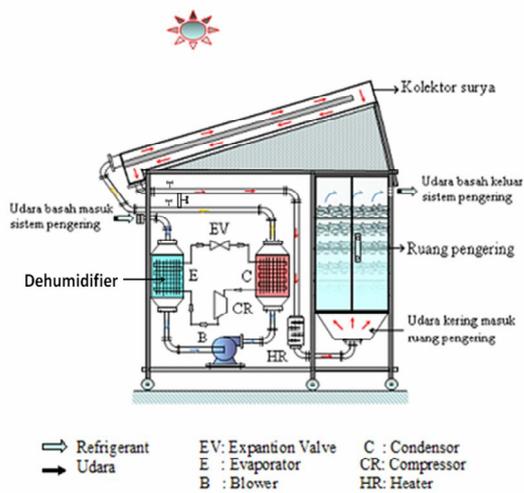
Prinsip kerja dari pengering dehumidifikasi terintegrasi dengan pemanas udara surya adalah udara dari lingkungan dialirkan ke evaporator menggunakan blower. Pada evaporator udara didinginkan sehingga terjadi proses dehumidifikasi yaitu pengurangan kandungan air dalam udara dan mengakibatkan udara yang keluar pada evaporator udara kering dan dingin. Selanjutnya udara dipanaskan pada kondensor dengan mengambil

panas dari refrigeran yang mengalir pada kondensor, dan kemudian udara dipanaskan lagi ke tahap suhu udara yang tidak merusak zat berkhasiat dalam bahan dengan menggunakan pemanas udara surya (kolektor surya).

Kemudian udara yang keluar dari kolektor digunakan untuk proses pengeringan pada ruang pengering. Alat pengering ini dapat dioperasikan pada cuaca tidak bagus atau pada malam hari dengan menggunakan dehumidifier saja dan dapat juga menggunakan sumber energi matahari saja dengan menggunakan kolektor surya sebagai penangkap energi matahari dengan mengubah aliran udara menggunakan katup.



Gambar 1. Photo Pengering dehumidifikasi terintegrasi dengan pemanas udara surya.



Gambar 2. Skematik diagram Pengering dehumidifikasi terintegrasi dengan pemanas udara surya.

b. Tempat dan prosedur pengujian

Penelitian dilakukan di Institut Teknologi Padang, Sumatera Barat. Temulawak dibeli di Pasar Raya Padang, dibersihkan dan dipotong tipis kemudian sebanyak 30,7 kg dimasukkan ke dalam ruang pengering untuk proses pengeringan. Penelitian dimulai dari jam 9:00 sampai jam 16:00. Suhu udara masuk dan keluar dehumidifier, pemanas udara surya dan ruang pengering diukur menggunakan termokopel, intensitas matahari diukur menggunakan pyranometer, kecepatan aliran udara diukur menggunakan flowmeter. Perubahan berat bahan diukur menggunakan timbangan. Bahan ditimbang dan suhu diukur setiap 30 menit.

c. Analisa kadar air

Kadar air menunjukkan banyaknya kandungan air persatuan bobot bahan [5]. Kadar air temulawak dianalisa menggunakan metode gravimetri. Sampel dikeringkan dengan oven pada temperatur 105°C sampai tidak terjadi perubahan berat. Kadar air ditentukan dengan menggunakan kadar air basis basah yaitu merupakan perbandingan massa air di dalam bahan dengan massa bahan basah seperti berikut:

$$M_C = \frac{W_w}{W_w + W_d} \quad (1)$$

dengan:

M_C = Kadar air basis basah (%)

W_d = Massa padatan (kg)

W_w = Massa air (kg)

d. Analisa koefisien prestasi (COP) dehumidifier

Koefisien prestasi (coefficient of performance, COP) dehumidifier merupakan perbandingan energi termal yang dilepaskan oleh kondensor dengan daya kompresor dan dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan seperti berikut [6]:

$$COP = \frac{\dot{Q}_{CD}}{W_C} \quad (2)$$

dengan,

$$\dot{Q}_{CD} = \dot{m}_{ac} C_p (T_{out,c} - T_{in,c}) \quad (3)$$

$$W_C = I \cdot V \cdot \cos\phi \quad (4)$$

di mana:

C_p = panas jenis udara (kJ/kg K)

I = arus listrik (Amp)

\dot{m}_{ac} = laju aliran massa udara pada kondensor (kg/det)

V = tegangan (Volt)

\dot{Q}_{CD} = Panas yang dilepaskan kondensor (kW)

$T_{in,c}$ = suhu udara masuk kondensor (°C)

$T_{out,c}$ = suhu udara keluar kondensor (°C)

W_C = Daya listrik yang dikonsumsi oleh motor kompresor (kW)

$\cos\phi$ = faktor daya

e. Analisa laju penyingkiran air spesifik (SMER)

Laju penyingkiran air spesifik (Specific Moisture Removal Rate, SMER) didefinisikan sebagai perbandingan air yang disingkirkan dari bahan dalam kg/jam dengan input energi dalam kW dan dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan seperti berikut [7]:

$$SMER = \frac{W}{E_{input}} \quad (5)$$

dengan,

$$E_{input} = W_C + W_B \quad (6)$$

Di mana:

SMER = laju penguapan air spesifik (kg/kWh)

E_{input} = Total energi yang diperlukan sistem untuk melakukan

W = Jumlah air yang disingkirkan (kg/jam)

W_B = pengeringan (kW)
Daya listrik yang dikonsumsi oleh motor blower (kW)

f. Analisa efisiensi termal pengering

Efisiensi termal alat pengering merupakan perbandingan antara energi yang digunakan untuk proses pengeringan terhadap energi yang masuk ke dalam sistem pengering. Untuk menghitung efisiensi termal alat pengering tersebut digunakan persamaan sebagai berikut [4]:

$$\eta_{thp} = \frac{Q_t + Q_{air} + Q_{ev}}{I_T A_C + W_K + W_B} \quad (7)$$

dengan:

η_{thp} : Efisiensi alat pengering (%)

A_C : Luas kolektor surya (m^2)

I_T : Intensitas matahari (W/m^2)

Q_{air} : Energi pemanasan air yang dikandung temulawak (kJ)

Q_{ev} : Energi penguapan air yang dikandung temulawak (kJ)

Q_t : Energi pemanasan padatan

W_B : temulawak (kJ)

W_K : Daya blower (Watt)

: Daya kompresor (Watt)

di mana:

$$Q_t = M_t \cdot C_{pt} \cdot (T_{to} - T_{ti}) \quad (8)$$

$$Q_{air} = M_{air} \cdot C_{Pair} \cdot (T_{ao} - T_{ai}) \quad (9)$$

$$Q_{ev} = M_{air} \cdot H_{fg} \quad (10)$$

dengan:

C_{pair} : Panas jenis air dalam temulawak (kJ/kgK)

C_{pt} : Panas spesifik padatan temulawak (kJ/kgK)

H_{fg} : Panas laten penguapan (kJ/kg)

M_{air} : Massa air yang dikandung temulawak (kg)

M_t : Massa padatan/temulawak kering (tanpa kandungan air) (kg)

Temperatur awal air dalam temulawak ($^{\circ}C$)

T_{ai} : Temperatur akhir air dalam temulawak ($^{\circ}C$)

T_{ao} : Temperatur awal temulawak ($^{\circ}C$)
Temperatur akhir temulawak ($^{\circ}C$)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kajian terhadap unjuk kerja sebuah pengering dehumidifikasi terintegrasi dengan pemanas udara surya untuk mengeringkan temulawak telah dilakukan dengan kapasitas pengeringan 30,7 kg dan laju aliran massa udara 0,064 kg/s. Hasil pengujian dapat dilihat pada Gambar 3 sampai 8. Gambar 3 merupakan hubungan suhu lingkungan dan intensitas matahari terhadap waktu, pada Gambar 3 tersebut terlihat cuaca cukup cerah dengan intensitas matahari di atas $600 W/m^2$, suhu lingkungan cukup tinggi yaitu rata-rata $34,71^{\circ}C$, dan intensitas matahari rata-rata $871,4 W/m^2$. Suhu lingkungan dipengaruhi oleh intensitas matahari, makin tinggi intensitas matahari makin tinggi suhu lingkungan.

Koefisien prestasi (COP) dehumidifier terhadap waktu ditunjukkan pada Gambar 4. COP dehumidifier rata-rata dapat dicapai sekitar 2,17.

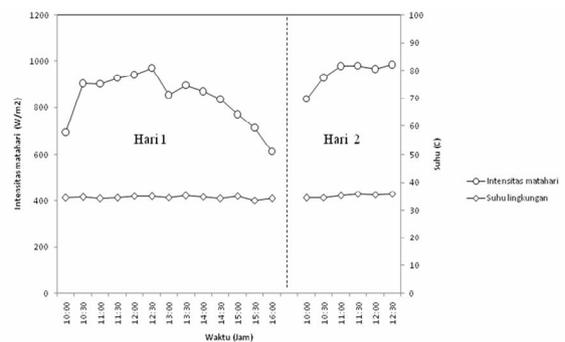
Suhu dan kelembapan relatif udara pengeringan terhadap waktu ditunjukkan pada Gambar 5. Pada Gambar 5 tersebut dapat dinyatakan bahwa temperatur yang digunakan untuk proses pengeringan tidak melebihi 60°C dan ini sangat sesuai untuk mengeringkan tanaman obat (temulawak). Suhu udara rata-rata yang dapat digunakan dalam proses pengeringan sekitar $57,9^{\circ}\text{C}$. Dan juga dari Gambar tersebut dapat dilihat bahwa kelembapan relatif udara rata-rata cukup rendah sekitar 20,29%. Kelembapan relatif udara bergantung kepada temperatur udara pengering, makin tinggi suhu udara pengering makin rendah kelembapan relatif udara.

Gambar 6 merupakan hubungan penurunan kadar air bahan dengan waktu. Dari Gambar tersebut terlihat bahwa garis penurunan kadar air semakin lama semakin landai, hal ini disebabkan karena jumlah air di dalam bahan semakin sedikit dan juga pada bahan sudah terjadi pengecilan volume atau perubahan bentuk sehingga mengakibatkan rintangan air ke luar dari dalam bahan ke permukaan semakin meningkat. Namun waktu yang diperlukan untuk menurunkan kadar air awal temulawak dari 80% kepada kadar air akhir bahan 7,5% cukup cepat yaitu 8,5 jam, hal ini disebabkan laju perpindahan panas dan laju perpindahan massa cukup besar karena udara yang digunakan udara kering dengan kelembapan relatif rata-rata 20,9% dan suhu rata-rata $57,9^{\circ}\text{C}$.

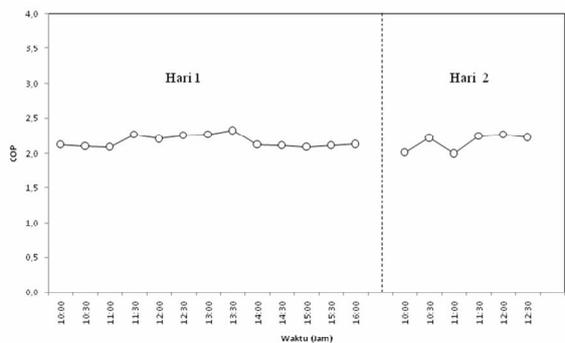
Gambar 7 merupakan hubungan antara SMER terhadap waktu. Dari Gambar 7 tersebut dapat dilihat bahwa SMER cenderung merosot terhadap waktu, hal ini disebabkan laju penguapan air bahan selalu menurun. SMER maksimum dan rata-rata yang dapat dicapai, masing-masing sebanyak 0,83 kg/kWh dan 0,55 kg/kWh.

Hubungan energi yang digunakan dan energi yang masuk ke dalam sistem serta efisiensi termal terhadap waktu ditunjukkan pada Gambar 8. Pada Gambar 8 tersebut dilihat bahwa energi yang dapat digunakan alat pengering lebih rendah dari energi yang masuk

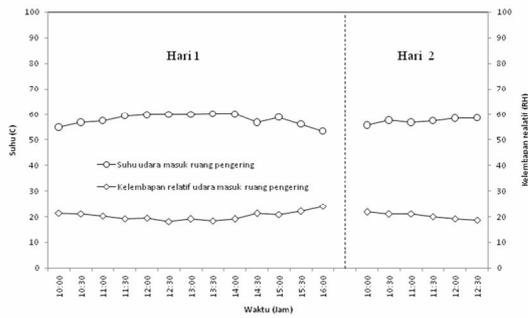
ke dalam sistem pengering, hal ini disebabkan adanya energi yang hilang dari sistem pengering. Untuk menguapkan air sebanyak 21,5 kg (kadar air bahan 7,5%) digunakan energi sebanyak 14191,1 watt dan energi yang diberikan ke sistem pengering sekitar 40263,2 watt. Dari gambar tersebut juga dapat dilihat bahwa efisiensi termal alat pengering selalu menurun karena jumlah air yang dikeluarkan dari dalam bahan juga menurun sedangkan energi yang masuk ke dalam sistem bisa dikatakan tidak menurun atau tetap. Efisiensi termal maksimum dan rata-rata alat pengering diperoleh masing-masing sebanyak 58,36% dan 36,04%.



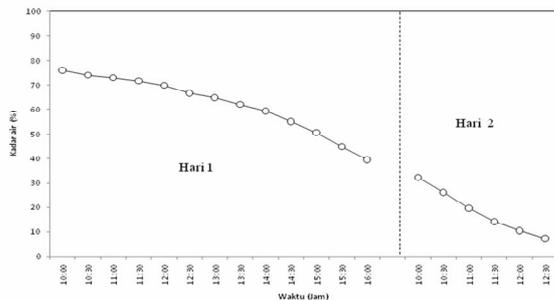
Gambar 3. Suhu lingkungan dan intensitas matahari terhadap waktu.



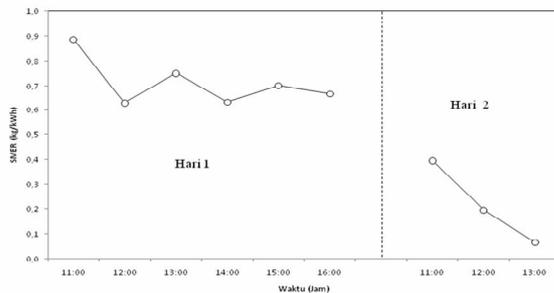
Gambar 4. Koefisien prestasi (COP) terhadap waktu.



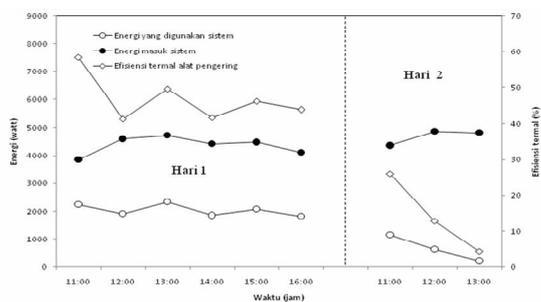
Gambar 5. Suhu dan kelembapan relatif udara masuk ruang pengering terhadap waktu



Gambar 6. Kadar air bahan terhadap waktu



Gambar 7. SMER terhadap waktu



Gambar 8. Energi dan efisiensi termal bahan terhadap waktu

KESIMPULAN

Pengering dehumidifikasi terintegrasi dengan pemanas udara surya sesuai untuk mengeringkan temulawak (bahan yang sensitif terhadap panas) karena temperatur yang digunakan dalam proses pengeringan tidak melebihi dari batas yang diizinkan, waktu pengeringan singkat karena udara yang digunakan udara kering (kelembapan relatif rendah).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Endang Hadipoentyanti dan Sitti Fatimah Syahid. 2007. Respon temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb) hasil rimpang kultur jaringan generasi kedua terhadap pemupukan. *Jurnal Littri*. 13:3,106.
- [2] Purnomowati. S dan Yoganingrum. A. 1997. Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb). Pusat Dokumentasi dan Informasi Ilmiah, LIPI, Jakarta. 44p.
- [3] Yusnira. 2005. Pemilihan metoda pemisahan untuk menentukan kadar kurkuminoid pada rimpang temulawak dan korelasinya dengan pola spektrum Ftin. *Thesis master*, Institut PertanianBogor (IPB).
- [4] Yahya. M. 2013 Uji kinerja alat pengering lorong berbantuan pompa kalor untuk mengeringkan biji kakao. *Jurnal Teknik Mesin Institut Teknologi Padang*. 3:1 (2013) 14-19.
- [5] Surachman. H, Fachrudin. D, Sutopo, dan Sumarsono. M. 2008. Pengembangan dan pengujian kinerja termal pengering lorong hibrid energi surya-biomassa terpadu. *J. Sains dan Teknologi Indonesia* 10:3(2008) 157-164.
- [6] Hawlader, M.N.A., Chou, S.K, and Ullah, M.Z. 2001. The performance of a solar assisted heat pump water heating system. *Jurnal of Applid Thermal Engineering*, Vol 21:1049-1065.

- [7] Chegini, G., Khayaei, J., Rostami, H.A, & Sanjari. 2007. Designing of a heat pump dryer for drying of plum. *Jurnal of Research and Aplication in Agricultural Engineering*, vol. 52 (2):63-65.