

Analisa Prestasi Alat Pengering Pompa Kalor Berbantuan Tenaga Surya untuk Mengeringkan Bahan yang Sensitif Terhadap Panas (Tanaman Obat “Temulawak”)

M. Yahya^{1,a*} dan Hendriwan Fahmi^{2,b}

¹Jurusan Teknik Mesin, Institut Teknologi Padang, Sumatera Barat

² Jurusan Teknik Mesin, Institut Teknologi Padang, Sumatera Barat

^ayahya_err@yahoo.com, ^bhendriwan_fahmi@yahoo.com

Abstrak

Pada saat ini, dorongan menggunakan obat tradisional/kembali ke alam semakin menguasai masyarakat, karena pengobatan secara sintetis dirasakan terlalu mahal sehingga tidak terjangkau oleh masyarakat dan juga mempunyai efek samping. Diantara tanaman obat yang banyak manfaatnya untuk kesehatan adalah temulawak. Rimpang temulawak dapat digunakan untuk mengobati penyakit lever yaitu memperbaiki fungsi hati dan menurunkan kadar SGPT dan SGOT, meningkatkan sistem imunitas tubuh, anti bakteri, anti diabetik, dan anti oksidan. Ada dua metoda yang masih digunakan masyarakat untuk mengeringkan temulawah: metoda tradisional (sun drying) dan menggunakan alat pengering buatan jenis pengering udara panas (hot air drying). Metoda tadisional memerlukan waktu lama dan kualitas yang dikeringkan rendah, sedangkan alat pengering buatan jenis pengering udara panas (hot air drying) memiliki kelemahan yaitu waktu pengeringan tergantung pada suhu udara pengering, makin tinggi suhu pengeringan semakin cepat waktu pengeringan. Suhu tinggi dapat merusak zat-zat yang dimiliki temulawak karena temulawak sensitif terhadap panas. Tujuan penelitian ini adalah merancang, membuat dan menguji alat pengering pompa kalor berbantuan tenaga surya untuk mengeringkan temulawak. Alat pengering ini terdiri dari beberapa komponen utama yaitu: pompa kalor, kolektor surya, ruang pengering dan blower. Dari hasil penelitian, temulawak dikeringkan 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 diperlukan waktu selama 8,5 jam dan dibutuhkan energi sebanyak 40263,2 Watt. Efisiensi termal rata-rata alat pengering diperoleh 36,04%. Dari hasil pengujian dapat disimpulkan alat pengering ini sesuai untuk mengeringkan tanaman obat karena temperatur dan kelembapan udara pengering rendah, waktu pengeringan lebih cepat jika dibandingkan dengan menggunakan pompa kalor dan dengan menggunakan energi surya saja.

Kata kunci: Pengeringan, Tanaman Obat, Temulawak, Sensitif, Pompa Kalor, Energi Surya

Latar Belakang

Indonesia memiliki kekayaan keanekaragaman hayati yang luar biasa, yaitu sekitar 40.000 jenis tumbuhan, dari jumlah tersebut sekitar 1300 diantaranya digunakan sebagai obat tradisional (seperti: gambir, temulawak, kayu manis, sambiloto, nilam, pegagan, jahe, kunyit putih dan lainnya) [1]. Secara tradisional, tanaman berkhasiat obat ini telah digunakan secara turun temurun oleh masyarakat sebagai obat untuk mengurangi rasa sakit, menyembuhkan dan mencegah penyakit tertentu, mempercantik diri serta menjaga kondisi badan agar tetap sehat dan bugar [2]. Diantara tanaman obat yang banyak manfaatnya untuk kesehatan adalah Temulawak. Rimpang temulawak dapat digunakan untuk mengobati penyakit lever yaitu memperbaiki fungsi hati dan menurunkan kadar SGPT dan SGOT [3], meningkatkan sistem imunitas tubuh, anti bakteri,

anti diabetik, dan anti oksidan [4]. Agar tanaman obat setelah dipanen dapat disimpan dalam jangka waktu lama atau sebelum dipasarkan salah satu cara yang murah adalah dengan dikeringkan. Pengeringan bertujuan untuk mengurangi kadar air dari bahan sampai batas tertentu di mana perkembangan mikrobiologi dan enzim yang menyebabkan pembusukan terhambat atau terhenti [5]. 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 drying) [6]. 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 pengeringan tergantung pada suhu udara pengering, makin tinggi suhu pengeringan semakin cepat waktu pengeringan, demikian pula sebaliknya. Alat pengering ini kurang sesuai untuk mengeringkan tanaman obat (bahan yang sensitif terhadap panas) karena dengan suhu yang tinggi dapat merusak zat-zat yang dimiliki temulawak karena temulawak sensitif terhadap panas atau menurunkan kualitas bahan yang dikeringkan, sedangkan dengan suhu rendah akan memerlukan waktu pengeringan yang lama (kurang ekonomis). Kualitas hasil pengeringan yang rendah memberi dampak kepada ekonomi petani yaitu kurangnya pendapatan dan kesejahteraan, hal ini disebabkan oleh produk yang dikeringkan tersebut dijual dengan harga murah.

Untuk mengatasi masalah yang dihadapi petani perlu diciptakan alat pengering yang sesuai sehingga proses pengeringan dapat memenuhi target pengeringan yang diharapkan (waktu, kapasitas dan kualitas).

Tujuan dari penelitian ini adalah membuat dan menguji alat pengering pompa kalor berbantuan tenaga surya untuk mengeringkan tanaman obat (temulawak).

Metoda Penelitian

a. Deskripsi alat pengering pompa kalor berbantuan tenaga surya

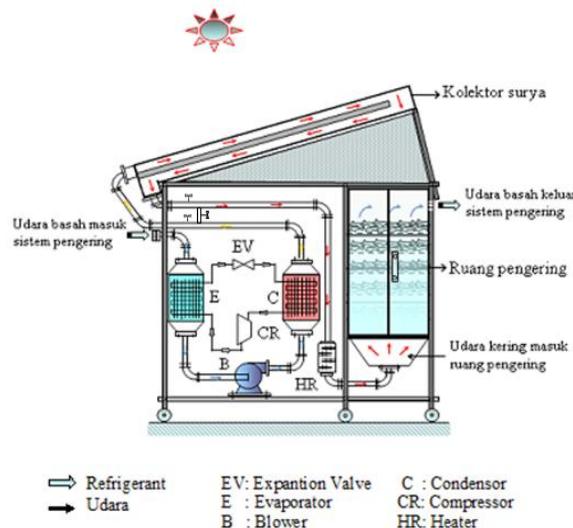
Alat pengering pompa kalor berbantuan tenaga surya terdiri dari beberapa komponen utama yaitu: kolektor surya, pompa kalor, ruang pengering dan blower, seperti yang ditunjukkan pada Gambar (1-2). Pompa kalor mempunyai daya 1 kW dan terdiri dari beberapa komponen utama yaitu evaporator, kondensor, kompressor dan katup ekspansi. Kolektor surya mempunyai luas $3,6 \text{ m}^2$ 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 alat pengering pompa kalor berbantuan tenaga surya adalah udara dari lingkungan dialirkkan 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 kolektor surya. Kemudian udara yang keluar kolektor digunakan untuk proses pengeringan pada ruang pengering. Alat pengering ini dapat dioperasikan pada cuaca tidak bagus atau pada malam hari dengan menggunakan pompa kalor 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 alat pengering pompa kalor berbantuan tenaga surya.



Gambar 2. Skematis alat pengering pompa kalor berbantuan tenaga 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.

Temperatur udara masuk dan keluar pompa kalor, kolektor 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 temperatur diukur setiap 30 menit.

c. Analisa kadar air

Kadar air menunjukkan banyaknya kandungan air persatuannya bobot bahan [7]. 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_w = Massa air (kg)

W_d = Massa padatan (kg)

d. Analisa efisiensi termal alat 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:

$$\eta_{thp} = \frac{Q_t + Q_{air} + Q_{ev}}{I_T A_C + W_K + W_B} \quad (2)$$

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 temulawak (kJ)
- W_B : Daya blower (Watt)
- W_K : Daya kompresor (Watt)

di mana:

$$Q_t = M_t \cdot C_{pt} \cdot (T_{to} - T_{ti}) \quad (3)$$

$$Q_{air} = M_{air} \cdot C_{pair} \cdot (T_{ao} - T_{ai}) \quad (4)$$

$$Q_{ev} = M_{air} \cdot H_{fg} \quad (5)$$

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)
- T_{ai} : Temperatur awal air dalam temulawak ($^{\circ}C$)
- T_{ao} : Temperatur akhir air dalam temulawak ($^{\circ}C$)
- T_{ti} : Temperatur akhir temulawak ($^{\circ}C$)
- T_{to} :

Hasil dan Pembahasan

Kajian terhadap sebuah alat pengering pompa kalor berbantuan tenaga surya untuk mengeringkan tanaman obat (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 7. Gambar 3 merupakan hubungan temperatur lingkungan dan intensitas matahari terhadap waktu, pada Gambar 3 tersebut terlihat bahwa temperatur lingkungan pada proses pengeringan menggunakan pompa kalor saja (P), menggunakan sumber energi matahari saja (k) dan menggunakan gabungan antara pompa kalor dengan sumber energi matahari (p+k) mendekati sama yaitu rata-rata $32,12^{\circ}C$, $34,73^{\circ}C$ dan $34,71^{\circ}C$. Temperatur lingkungan dipengaruhi oleh intensitas matahari, makin tinggi intensitas matahari makin tinggi temperatur lingkungan. Intensitas matahari rata-rata untuk proses pengeringan menggunakan sumber energi matahari saja sebanyak $824,5 W/m^2$ sedangkan untuk pengeringan menggunakan gabungan pompa kalor dengan sumber energi matahari sebanyak $871,4 W/m^2$.

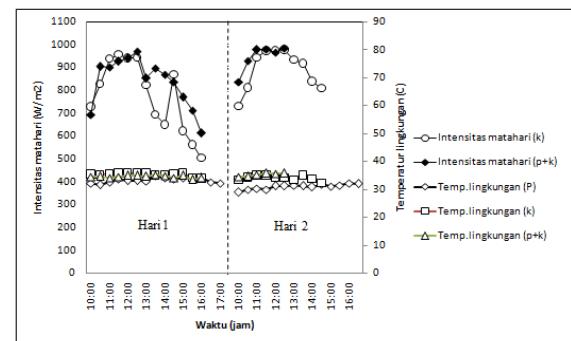
Temperatur dan kelembaban relatif udara pengeringan terhadap waktu ditunjukkan pada Gambar 4. Pada Gambar 4 tersebut dapat dinyatakan bahwa temperatur yang digunakan untuk proses pengeringan dengan menggunakan pompa kalor saja, menggunakan sumber energi

matahari saja dan gabungan pompa kalor dengan sumber energi matahari tidak melebihi 60°C dan sesuai untuk mengeringkan tanaman obat (temulawak). Temperatur udara rata-rata, masing-masing 48,98°C, 50,94°C dan 57,9°C.

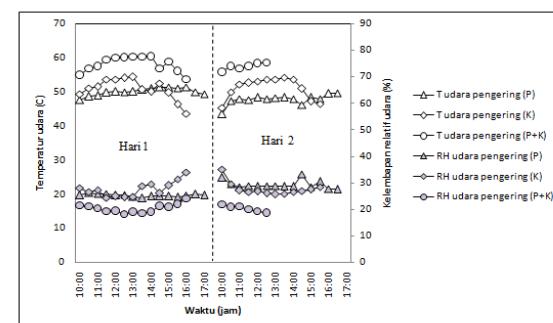
Dan juga dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa kelembapan relatif udara bergantung kepada temperatur udara pengering, makin tinggi udara pengering makin rendah kelembapan relatif udara. Kelembapan relatif udara rata-rata pengering masing-masing menggunakan pompa kalor, menggunakan sumber energi matahari dan gabungan pompa kalor dengan sumber energi matahari adalah 27,14%, 27,66% dan 20,29%.

Gambar 5 merupakan perbandingan proses pengeringan antara menggunakan pompa kalor, menggunakan sumber energi matahari dan gabungan pompa kalor dengan sumber energi matahari. Dari Gambar 5 tersebut dapat dilihat proses pengeringan dengan menggunakan gabungan pompa kalor dengan sumber energi matahari lebih cepat jika dibandingkan dengan menggunakan pompa kalor dan sumber energi matahari karena temperatur udara lebih tinggi dan kelembapan relatif udara lebih rendah digunakan dalam proses pengeringan hal ini mengakibatkan laju perpindahan panas dan perpindahan massa lebih besar. Untuk mencapai kadar air bahan 7,5% masing-masing dibutuhkan waktu 8,5 jam, 12 jam dan 11jam.

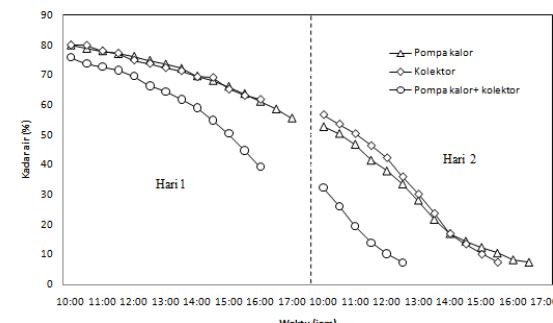
Energi dan laju penguapan air bahan terhadap waktu dalam proses pengeringan dengan menggunakan gabungan pompa kalor dengan sumber energi matahari ditunjukkan pada Gambar 6. Pada Gambar 6 tersebut dapat dilihat bahwa energi yang dapat digunakan alat pengering lebih rendah dari energi yang masuk ke dalam sistem pengering, hal ini disebabkan adanya energi yang hilang dari sistem pengering. Dan juga dapat dilihat bahwa energi dapat digunakan dan laju penguapan air bahan selalu menurun dan ini dikarenakan air yang dikeluar dari dalam bahan ke permukaan bahan mengalami peningkatan rintangan/halangan atau air dalam bahan selalu berkurangan. Untuk menguapkan air sebanyak 21,5 kg (kadar air bahan 7,5%) diperlukan energi sebanyak 40263,2 watt. Gambar 7 merupakan hubungan antara efisiensi termal alat pengering terhadap waktu. Dari gambar tersebut juga dapat dilihat bahwa efisiensi termal alat pengering selalu menurun karena energi yang digunakan untuk proses pengeringan juga menurun. Efisiensi maksimum dan rata-rata alat pengering diperoleh masing-masing sebanyak 58,36% dan 36.04%.



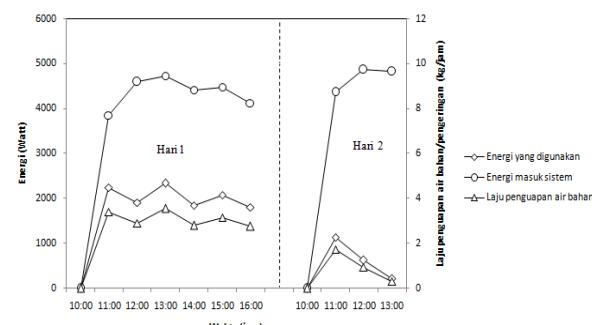
Gambar 3. Temperatur lingkungan dan intensitas matahari terhadap waktu.



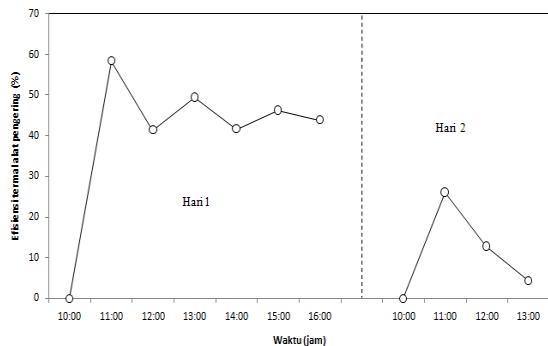
Gambar 4. Temperatur dan kelembapan relatif udara terhadap waktu



Gambar 5. Kadar air bahan terhadap waktu



Gambar 6. Energi dan laju penguapan air bahan terhadap waktu



Gambar 7. Efisiensi termal alat pengering terhadap waktu

- [7] H. Surachman, D.Fachrudin, Sutopo, dan M.Sumarsono, Pengembangan dan pengujian kinerja termal pengering lorong hibrid energi surya-biomassa terpadu. J. Sains dan Teknologi Indonesia 10:3(2008) 157-164.

Kesimpulan

Alat pengering pompa kalor berbantuan tenaga surya (gabungan pompa kalor dengan sumber energi matahari) sesuai untuk mengeringkan tanaman obat (temulawak) karena temperatur dan kelembapan relatif udara pengering rendah, waktu pengeringan lebih cepat jika dibandingkan dengan menggunakan pompa kalor dan dengan menggunakan energi surya saja.

Referensi

- [1] L. K. Darusman, Strategi pengembangan biofarmaka Indonesia. Makalah dalam Musyawarah Nasional Pekan Biofarmaka, Surakarta, 10 September 2003 Departemen Pertanian, Jakarta. 18 Halaman.
- [2] Pranomo, Penanganan pasca panen dan pengaruh terhadap efek terapi obat alami. Proseding seminar nasional tumbuhan obat Indonesia XXVIII, Bogor 15-18 September 2005. Hal 1-6.
- [3] Endang Hadipoentyanti dan Sitti Fatimah Syahid, Respon temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb) hasil rimpang kultur jaringan generasi kedua terhadap pemupukan. Jurnal Littri. 13:3 (2007) 106.
- [4] S. Purnomowati dan A. Yoganingrum, Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb). Pusat Dokumentasi dan Informasi Ilmiah, LIPI, Jakarta. 44p (1997).
- [5] C.W. Hall, Drying and storage of agricultural crops. New York: The AVI Pub. G (1980).
- [6] M.Yahya, Uji kinerja alat pengering lorong berbantuan pompa kalor untuk mengeringkan biji kakao. Jurnal Teknik Mesin Institut Teknologi Padang. 3:1 (2013) 14-19.