

PENGARUH KONVEKSI PAKSA DAN ALAMI TERHADAP KINERJA PENERING SURYA MENGGUNAKAN KOLEKTOR TIPE TABUNG VAKUM

Sari Farah Dina¹, Eswanto², Musdan Akbar²

¹Balai Riset dan Standardisasi Industri Medan, Jl. Sisingamangaraja No. 24 Medan

²PS Teknik Mesin - Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Medan, Jl. Gedung Arca no. 52 Medan

e-mail : sfdinal@kemenperin.go.id,

musdan.akbar@gmail.com

Abstrak

Pengeringan hasil pertanian menggunakan kolektor tipe tabung vakum, secara konveksi paksa dan konveksi alami telah dilakukan. Salah satu hasil pertanian yang dimanfaatkan sebagai bahan dasar pengobatan dan kosmetika adalah asam gelugur (*Garcinia atroviridis*). Penelitian ini bertujuan untuk melihat pengaruh kecepatan udara (0, 3, 3,5 dan 4 m/s) terhadap laju pengeringan, efisiensi, dan konsumsi energi spesifik (KES) pada pengeringan asam gelugur dari kadar air 90,6% menjadi 10-12%. Kondisi pengujian berlangsung dalam dua variasi yakni pada pagi hari dari jam 09:00 sampai dengan jam 16:30 dan siang hari dari jam 11:00 sampai dengan jam 17:30 WIB. Selama pengujian berlangsung besarnya intensitas radiasi diukur menggunakan solar power meter. Hasil penelitian menunjukkan kondisi optimum diperoleh pada variasi kecepatan aliran udara 3 m/s dengan intensitas radiasi matahari rata-rata sebesar 644,53 W/m² diperoleh laju pengeringan 0,85 gr H₂O/gr berat kering.jam, efisiensi termal 6,23 %, konsumsi energi spesifik (KES) 0,023 MJ/kg_{uapair} dan nilai laju ekstraksi air spesifik (SMER) yaitu 1,987 x 10⁻¹ kg/kWh.

Kata kunci: pengering surya, kolektor tabung vakum, konveksi paksa, konveksi alami, peformansi.

Abstract

Solar drying of agricultural products using evacuated tube collectors, by forced and natural convection has been carried out. One of the agricultural product which is used as a basic ingredient in medicine and cosmetics is Asam Gelugur (Garcinia atroviridis). This study aims to see the effect of air velocity (0, 3, 3.5, and 4m/s) on the drying rate, efficiency, and specific energy consumption (SEC) on Asam Gelugur drying from moisture content of 90.6% to 10-12%. Test conditions take place in two variations, namely in the morning from 09:00 to 16:30 and during the day from 11:00 to 17:30 WIB. During the test, the solar radiation was measured using a solar power meter. The results showed that optimum conditions were obtained at variations in air flow velocity 3 m/s with the average solar radiation of 644.53 W/m² obtained by the drying rate of 0.85 gr H₂O/gr dry weight.hours, thermal efficiency 6.23%, specific energy consumption (SEC) 0.023 MJ/kg_{water evaporated} and the value of specific moisture extraction rate (SMER) of 1.987 x 10⁻¹ kg/kWh.

Keywords: solar dryer, evacuated tube collector, forced convection, natural convection, performance.

PENDAHULUAN

Asam gelugur merupakan pohon penghasil asam potong atau asam keeping. Asam potong diperoleh dari irisan buah asam gelugur yang dikeringkan dengan cara dijemur dibawah terik matahari dan juga untuk bahan masakan atau bahan dasar pengobatan. Untuk dijadikan asam keeping, buah asam gelugur diiris 2 - 4 mm, irisan disusun dan keringkan

menggunakan penjemuran langsung dengan cahaya matahari hingga saat ini. Cara konvensional ini memiliki kelemahan yaitu kontaminasi produk asam gelugur akibat hujan, angin, uap, air, dan debu. Penurunan mutu akibat dekomposisi serangga dan jamur. Proses pengeringan dengan penjemuran langsung memerlukan tenaga kerja intensif, waktu lebih lama dan memerlukan lahan lebih luas. Selain

sangat bergantung pada kestabilan kondisi cuaca, penjemuran langsung memerlukan waktu pengeringan 4 - 6 hari (Fagunwa A.O., *et al.* 2009). Selain itu kualitas asam gelugur terbaik diperoleh pula dengan cara pengeringan sinar matahari secara tidak langsung.

Mencoba mengatasi kendala pada pengeringan asam gelugur secara langsung, maka pada penelitian ini dibuat sebuah alat pengering surya atau pengering tidak secara langsung (*solar dryer*). Alat pengering ini dilengkapi dengan kolektor surya yang memanfaatkan efek rumah kaca untuk meningkatkan temperatur di dalam ruang pengering atau potensi energi terbarukan ini dapat digunakan untuk mengeringkan hasil-hasil pertanian, sehingga proses pengeringan menjadi lebih cepat (Endri Yani & Suryadi Fajrin, 2013). Alat ini juga dilengkapi dengan sebuah blower yang dapat mengatur laju aliran udara ke dalam ruang pengering. Pada penelitian ini akan dilihat pengaruh variasi laju alir udara terhadap kinerja pengeringan asam gelugur. Penanganan pascapanen bertujuan untuk mempertahankan mutu produk dan meningkatkan nilai tambah. Agar dapat memperpanjang masa simpan produk, diperlukan proses pengawetan. Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah dengan melakukan proses pengeringan (Akingbala *et al* 1991).

Tujuan

Secara umum penelitian ini bertujuan untuk menurunkan kadar air bahan berbagai variasi laju alir udara.

Tujuan khusus

Adapun tujuan khusus dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

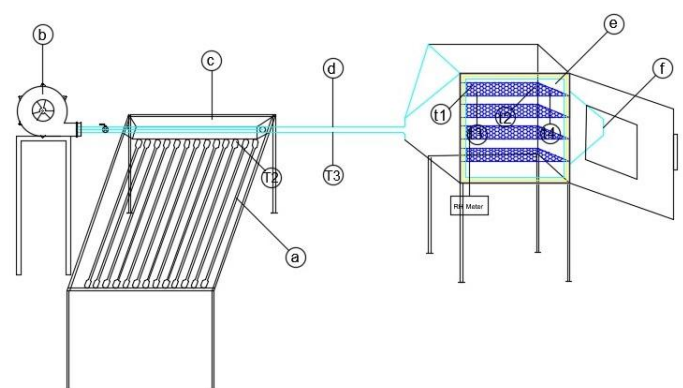
1. Membandingkan pengaruh konveksi paksa dan alami terhadap laju pengering.

2. Menetapkan uji performansi pengering surya menggunakan kolektor tipe tabung vakum.
3. Menentukan konsumsi energi spesifik.

Bahan dan Metode

Bahan utama yang digunakan untuk penelitian ini adalah hasil pertanian yaitu asam gelugur (*Garcinia atroviridis*) yang berasal dari deli serdang provinsi Sumatra Utara, Asam gelugur memiliki kandungan air 85-95% sehingga, pasca panen raya asam gelugur berpotensi akan busuk apabila tidak segera dikeringkan guna mengurangi kadar air pada asam gelugur. Penelitian

dilakukan berlangsung dalam dua variasi yakni pada pagi hari dari jam 09:00 sampai dengan jam 16:30 dan siang hari dari jam 11:00 sampai dengan jam 17:30 WIB pada jam 09:00 sampai dengan jam 17:00 WIB, adapun parameter yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 8 titik. Adapun alat yang digunakan dalam proses pengeringan ini adalah seperti yang ditunjukkan dalam gambar 1. sebagai berikut



Gambar 1. Pengering Surya Tipe Kolektor Tabung Vakum

Keterangan:

1. T1 : Temperatur ruang pengering di bagi menjadi 4 titik (t1, t2, t3 dan t4)

2. T2 : Temperatur kolektor
3. T3 : Temperatur manifold

4. T4 : Temperatur lingkungan

Laju Pengeringan

Laju pengeringan dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$m_d = \frac{grH_2O}{grBK.t} \quad (1)$$

dimana

- grH₂O = pengurangan uap air (kg)
- grBK = bahan kering (kg)
- t = waktu pengeringan (jam)

Efisiensi Pengeringan

Efisiensi pengeringan adalah perbandingan antara jumlah panas yang diserap oleh bahan terhadap jumlah panas yang diberikan oleh kolektor melalui proses laju pengeringan. Besarnya efisiensi pengeringan (menurut Henry, 1999) dapat diketahui dengan persamaan :

$$\eta_p = \frac{ML}{I_c.A.t} \quad (2)$$

dimana :

- L = Penguapan diruang pengering (°C)
- M = Massa bahan (kg)
- t = Waktu pengeringan (jam)
- I_c = Intesitas radiasi matahari (W/m²)
- A = Luas penampang kolektor (m²)

Performansi Pengeringan

Konsumsi Energi Spesifik (Specific Energy Consumption) disingkat dengan simbol SEC. KES ditentukan dengan membandingkan total energi yang diterima selama

pengeringan terhadap jumlah air yang diuapkan, dinyatakan dalam MJ/kg air teruapkan sesuai persamaan sebagai berikut:

$$SEC = \frac{Q}{W_i - W_o} \quad (3)$$

dimana

- Q = total energi yang disuplai selama pengeringan (MJ)
- W_i = Massa awal bahan (kg)
- W_o = Massa akhir bahan (kg)

Laju Ekstraksi Uap Air Spesifik (Specific Moisture Extraction Rate) disingkat dengan simbol SMER . SMER (kg/kWh) merupakan besaran yang menyatakan jumlah energi yang diperlukan untuk menghilangkan 2 kg air dan dapat dihitung sebagai kebalikan dari konsumsi energi spesifik sebagai berikut:

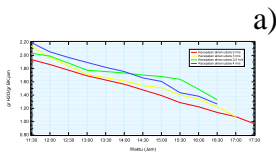
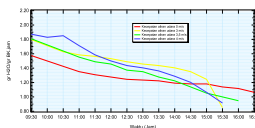
$$SMER = \frac{1}{SEC} \quad (4)$$

Hasil dan Pembahasan

Pengujian yang dilakukan sampai kadar air pada asam gelugur dari 90,6 % menjadi sekitar 10-12% pengambilan data dilakukan dengan *interval* waktu 30 menit dengan berbagai variasi kecepatan aliran udara yang berbeda dari (0m/s, 3m/s, 3,5m/s, dan 4 m/s), dan kondisi pengujian berlangsung dalam dua variasi yakni pada pagi hari dari jam 09:00 sampai dengan jam 16:30 dan siang hari dari jam 11:00 sampai dengan jam 17:30 WIB.

Laju pengeringan

Pengujian dilakukan dengan laju pengering dengan metode konveksi paksa dan konveksi alami pada jam 09:00 - 16:30 dan 11:00 - 17:30 WIB terjadi secara berangsur-angsur seiring dengan panas yang diserap oleh bahan, dengan massa bahan 2000 gram. Adapun laju pengeringan yang dapat diamati dalam penelitian ini adalah sekitar 30 menit sekali proses pengujian, pengujian dilakukan sampai kadar air pada asam gelugur sekitar 10-12% dengan massa kering.



b)

Gambar2 Laju pengeringan Asam Gelugur

a). Pengeringan I (09:30 – 1630)

b). Pengeringan II (11:30 – 17:30)

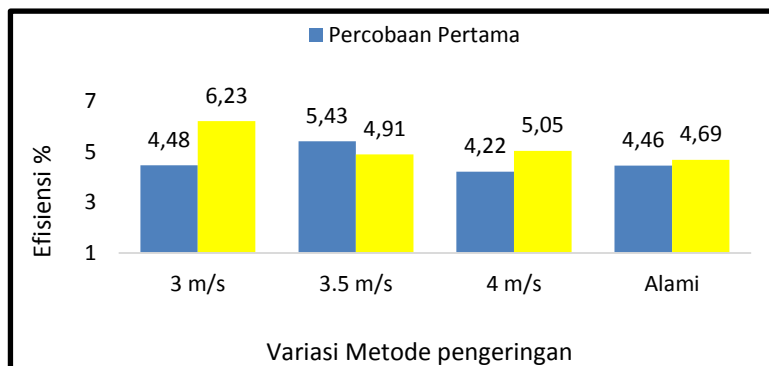
Dari gambar hasil grafik di atas bahwa pada kecepatan laju alir 3 m/s lebih baik pada waktu jam 09:00 – 16:30 WIB, karena nilai massa kering yaitu 0,85grH₂O/grBK.jam dengan waktu 390 menit , dari grafik di atas menyimpulkan bahwa variasi kecepatan aliran udara berpengaruh pada laju pengeringan, yakni semakin rendah kecepatan udara waktu pengeringan maka semakin cepat laju uap pengeringan kering.

Efisiensi Pengeringan

Efisiensi pengering laju alir udara kecepatan (0 m/s, 3 m/s, 3,5 m/s, 4 m/s) pengujian pada jam 09:00 - 16:30 dan 11:00 – 17:30 WIB didapatkan dengan menggunakan rumus sebagai berikut dan dapat dilihat pada gambar grafik dibawah ini, secara perhitungan dapat dilihat pada lampiran 3 dengan menggunakan *Microsoft Excel* sebagai berikut :

Besarnya efisiensi pengeringan (menurut Henry,1999) dapat diketahui dengan persamaan :

$$\eta_p = \frac{ML}{Ic.At}$$



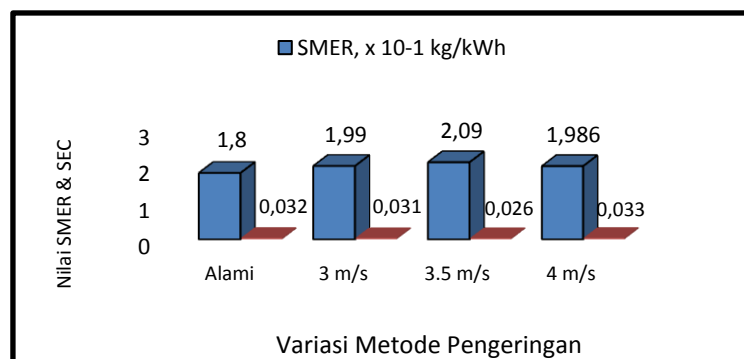
Gambar 3 Hasil Perhitungan Efisiensi

Dari gambar grafik diatas diperoleh menunjukkan bahwa efisiensi tertinggi dalam penelitian variasi laju alir udara pengering yang diberikan pada mesin pengering adalah laju alir udara pengering dengan konveksi paksa pada percobaan kedua dengan kecepatan 3 m/s pada percobaan kedua pada jam 11:00 – 16:30 WIB merupakan efisiensi tertinggi dengan nilai 6,23 % ,sedangkan efisiensi terendah terdapat pada laju alir udara pengering dengan metode konveksi paksa dengan kecepatan 4 m/s pada percobaan pertama pada jam 09:00 – 15:30 WIB dengan nilai 4,22 % .Dari gambar terlihat hubungan laju alir udara pengeringan berbanding lurus dengan efisiensi, dimana semakin rendah laju alir udara pengeringan maka efisiensi akan semakin naik juga.

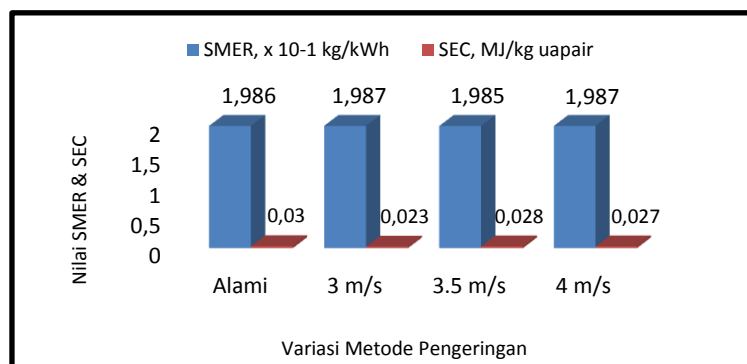
Dari perhitungan konsumsi energi spesifik yang telah dicari maka performansi pengeringan didapatkan semakin tinggi nilai laju ekstraksi air spesifik (SMER) atau semakin rendah nilai konsumsi energi spesifik (SEC) maka performansi pengeringan semakin baik. Dari hasil perhitungan SMER dan SEC untuk keempat variasi pengeringan yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar4.

Dari hasil grafik pada gambar 4 dengan dua percobaan dengan empat variasi kecepatan pada waktu yang berbeda dan intensitas matahari yang berbeda untuk nilai konsumsi energi spesifik (SEC) dan nilai laju ekstraksi air spesifik (SMER) yang lebih baik yaitu pada metode

Performansi Pengeringan



a)



b)

Gambar 4 Hasil Perhitungan Nilai KES dan SMER

a). Pengeringan I (09:30 – 1630)
b). Pengeringan II (11:30 – 17:30)

konveksi paksa pada kecepatan laju alir udara 3 m/s pada percobaan kedua pada jam 11:00 – 17:30 WIB dengan nilai konsumsi energi spesifik (SEC) adalah 0,023 MJ/kg_{uapair} yang semakin rendah dan sedangkan pada nilai laju ekstraksi air spesifik (SMER) adalah $1,987 \times 10^{-1}$ kg/kWh semangkingtinggi. Maka dari grafik diatas dapat diambil kesimpulan apabila pada pengeringan dengan kecepatan aliran udara semakin rendah/kecil level kecepatan yang diberikan maka semakin tinggi nilai SMER dan semakin besar energi yang dibutuhkan untuk menguapkan 2 kg air.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengering asam gelugur/*Garcinia atroviridis* terhadap 2000 gram menggunakan pengering surya kolektor tipe tabung vakum dengan variasi metode konveksi paksa dan alami diperoleh hasil dan dapat diambil kesimpulan bahwa selama pengujian yang dilakukan nilai optimum diperoleh pada variasi kecepatan aliran udara 3 m/s dengan intensitas radiasi matahari rata-rata sebesar 644,53 W/m² diperoleh laju pengeringan 0,85 gr H₂O/gr BK.jam, efisiensi termal 6,23 %, konsumsi energi spesifik (KES) 0,023 MJ/kg_{uapair} dan nilai laju ekstraksi air spesifik (SMER) yaitu $1,987 \times 10^{-1}$ kg/kWh.

DAFTAR PUSTAKA

Akingbala, J.O., Oguntimehin, G.B, and Abass, A.B., 1991 Effect of Processing method on quality and acceptability of 'fufu' from low cyanide cassava. *Journal of the Science of Food and Agriculture*.

Arismunandar, W., 1995, *Teknologi Rekayasa Surya*. Jakarta : PT Pradnya Paramita.

Burhanuddin, A, 2005, Karakteristik Kolektor Surya Plat Datar Dengan Variasi Jarak Penutup dan Sudut Kemiringan Kolektor. *Jurnal. Fisika FMIPA UNS, Semarang*.

Dasin D.Y., Godi N.Y., Kingsley O.C., 2015, Experimental Investigations of the Performance of Passive Solar Food Dryer Tested in Yola-Nigeria, *International Journal of Energy Engineering*, 5 (1): 9-15.

Duffie, J. A., and Backman, 1991, *Solar Engineering of Thermal Process*, 2nd ed. Newyork: John Willey & Sons, Inc.

Endri Yani & Suryadi Fajrin, 2013, Karakteristik Pengeringan Biji Kopi Berdasarkan Variasi Kecepatan Aliran Udara pada Solar Dryer, *Jurnal Teknik A*, Vol.20, No..

Fagunwa A.O., Koya O.A. and Faborode M.O., 2009, Development of an Intermittent Solar Dryer for Cocoa Beans, *Agricultural Engineering International: the CIGR Ejournal*. Manuscript number 1292, vol XI, July

Henry TS, Price WE, 1999, A diffusion model for prune dehydration. *J. Food Eng.*, 42: 167-172.

Holman, J. P, 1993, *Perpindahan Kalor*. Terjemahan Ir. E. Jasifi M.Sec. Erlangga: Jakarta.

Sundari Umayal A.R., Neelamegam P., Subramanian C.V., 2013, Performance of Evacuated Tube Collector Solar Dryer with and without Heat Sources, *Iranica Journal of Energy & Environment* 4 (4): 336-342.