



Pengaruh penggunaan blower pada kolektor surya sebagai alat alternatif untuk meningkatkan kualitas hasil pengeringan biji kopi di daerah aceh

Andi Mulkan*, Teuku Zulfadli

Prodi Teknik Mesin, Universitas Iskandar Muda
Jl. Kampus Unida – Surien Banda Aceh, 23234, Indonesia

*Corresponding author: andeend40@gmail.com

Abstrak

Saat musim panen kopi banyak petani di Aceh khususnya yang menjual kopi yang masih berwarna merah. Hal tersebut terjadi karena lamanya proses pengeringan. Pengeringan secara alami di bawah sinar matahari membutuhkan waktu yang sangat lama dan higienis produk juga menjadi kendala karena biasanya penjemuran dilakukan di lahan terbuka. Dengan menggunakan perpindahan panas secara alamiah maka waktu yang dibutuhkan untuk proses pengeringan biji kopi berkisar antara 12-20 jam. Penelitian ini memaparkan kolektor surya sebagai alat alternatif pengeringan biji kopi sehingga produk biji kopi yang dihasilkan lebih higienis tanpa terpapar baik oleh kotoran maupun bakteri serta proses pengeringan yang tidak terlalu lama sehingga kualitas biji kopi pun diharapkan akan meningkat. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan menganalisis kemampuan penyerapan panas absorber yang menggunakan material aluminium yang sebelumnya telah dicat dengan warna hitam serta penggunaan blower udara. Data temperatur dalam ruang pengering diambil dalam waktu interval 30 menit. Pengukuran massa biji kopi diukur setiap 1 jam dengan menggunakan timbangan digital. Begitu pula dengan laju penurunan massa dari biji kopi dan penurunan kadar air yang juga diukur setiap 1 jam. Dari hasil penelitian dapat dilihat bahwa penggunaan blower dengan kecepatan hembusan udara 3,65 m/s dengan temperatur rata-rata 56 °C dapat mengurangi kadar air sebanyak 25,5 %. Untuk kecepatan udara 4,55 m/s dengan temperatur rata-rata 54,2 °C maka kadar air yang berkurang sebanyak 24,52 %, sedangkan untuk kecepatan 4,95 m/s dengan temperatur rata-rata 52,7 °C maka kadar air yang berkurang sebanyak 21,78 % dalam waktu 4 jam.

Kata Kunci: Kolektor Surya, Blower, Laju Aliran Udara, Energi Thermal, Biji Kopi

Abstract

During the coffee harvest season, many farmers in Aceh sell their red coffee harvest due to the long drying process. Naturally drying in the sun takes a very long time and product hygiene is also an obstacle because usually drying is done on open land. Using natural heat transfer, the time required for the coffee bean drying process ranges from 12-20 hours. The study describes a solar collector as an alternative device for drying in resulting coffee bean products with more hygienic without being exposed to dirt or bacteria. Shorter processes in which the quality of coffee beans increased were expected. The method used in this research is to analyze the heat absorption ability of the absorber using aluminum material which has been previously painted and the use of an air blower. The temperature inside was taken at thirty-minute intervals. Measurement of the mass of coffee beans was measured every 1-hour using digital scales. Similarly, mass and moisture content were also measured every 1 hour. From the results, it shows that the use of a blower with an airflow rate of 3.65 m/s with an average temperature of 56 °C can reduce the moisture content by 25.5%. For an air velocity of 4.55 m/s with an average temperature of 54.2 °C, the moisture content reduces as much as 24.52%. Furthermore, for an airflow rate of 4.95 m/s with an average temperature of 52.7 °C, the moisture decreased by 21.78% within 4 hours.

Keywords: Solar Collector, Air Blower, Air Velocity, Thermal Energy, Coffee Beans

1. Pendahuluan

Pengeringan dengan sinar matahari adalah proses pertanian yang umum di banyak negara, khususnya dengan suhu luar ruangan mencapai 30 °C atau lebih tinggi. Di negara-negara Asia Tenggara, tanaman rempah-rempah dan herba dikeringkan secara rutin. Namun, kondisi cuaca seringkali menghalangi penggunaan penjemuran karena kerusakan akibat rehidrasi selama hari-hari hujan yang tidak terduga [1].

Pengeringan dan dehidrasi buah-buahan dan sayuran segar adalah salah satu proses yang paling intensif pada industri makanan dan metode yang menjanjikan untuk mengurangi kerugian pasca panen [2]. Namun, ada sedikit kemajuan di bidang teknologi pengeringan matahari. Teknologi pengeringan matahari di negara berkembang untuk tanaman komersial (tembakau, teh, kopi, kismis anggur, kapulaga kecil dan besar, cabai, biji ketumbar, jahe,

kunyit, lada hitam, bawang merah, serpihan bawang putih, dll.) memiliki potensi besar. Untuk produk makanan seperti itu, bahkan dengan investasi modal tinggi dari pengering surya, biaya satuan pengeringan matahari diharapkan menjadi sebagian kecil dari harga jual produk kering [3]. Metode pengeringan meliputi sistem konvensi, solar, oven, dehydrator, dan pompa panas [4].

Solusi alternatif untuk metode pengeringan tradisional dan untuk mengatasi masalah pengeringan dengan sinar matahari terbuka digunakan *solar dryer* tipe tidak langsung. Alasan utamanya adalah pengeringan matahari tipe tidak langsung mempertahankan kualitas produk yang baik dibandingkan dengan pengeringan matahari terbuka. Selain itu, waktu untuk proses pengeringan dapat dikurangi secara signifikan dibandingkan dengan pengeringan dengan sinar matahari terbuka. Alasan lain adalah karena makanan kering dapat diawetkan untuk waktu yang lama dan produk menjadi sangat ringan sehingga mudah untuk diangkut [5].

Dalam penelitian ini, alat pengering dilengkapi dengan sebuah blower yang menghembuskan aliran udara panas ke dalam ruang pengering. Dengan adanya blower ini akan dilihat pengaruh variasi kecepatan aliran udara terhadap karakteristik pengeringan biji kopi. Fungsi dari blower adalah untuk mempercepat proses pengeringan dalam ruang pengering.

2. Metode Penelitian

Pengeringan terutama dilakukan untuk menurunkan kadar air makanan ke tingkat pembusukan yang disebabkan oleh berbagai reaksi yang dapat diminimalkan [6]. Proses perpindahan panas pada proses pengeringan terjadi karena temperatur bahan lebih rendah daripada temperatur yang dialirkan sekelilingnya. Panas yang diberikan itu akan menaikkan temperatur bahan dan menyebabkan tekanan uap air dari bahan ke udara yang merupakan perpindahan massa sebelum proses pengeringan. Tekanan uap air pada bahan berada dalam kesetimbangan dengan tekanan uap air di sekitarnya.

Laju perpindahan panas dengan cara konveksi antara suatu permukaan dan fluida dihitung dengan persamaan [7]:

$$q_c = h_c A \Delta T \quad (2.1)$$

Dimana :

h = koefisien perpindahan panas konveksi (W/m^2K)

A = luas permukaan laluan (m^2)

ΔT = perubahan temperatur (K)

Penentuan Laju aliran massa (*mass flow rate*) ditentukan dengan menggunakan persamaan :

$$m = Q \times \rho \quad (2.2)$$

Dimana :

m = Laju aliran massa (kg/s)

Q = Debit aliran (cm^3/ jam)

ρ = massa jenis air pada temperatur normal (kg/m^3)

Kemampuan suatu material dalam proses penyerapan energi thermal yang dibutuhkan untuk proses pemanasan air di dalam kolektor dapat ditentukan menggunakan persamaan berikut [7]:

$$\frac{Q}{m} = C \times \Delta T \quad (2.3)$$

Dimana :

Q = Energi yang terserap oleh material (J/kg)

m = Massa dari material absorber (kg)

C = Kapasitas Kalor ($J/(kg K)$)

ΔT = Perubahan temperatur fluida (K)

Energi panas yang dibutuhkan untuk menaikkan temperatur ruang pengering dengan menggunakan persamaan [7]:

$$Q = m \cdot C_p \cdot \Delta T \quad (2.4)$$

Dimana :

Q = Energi panas (kj)

m = massa udara panas didalam ruang pengering (kg)

C_p = panas spesifik udara ($joule/kg \text{ } ^\circ C$)

ΔT = perbedaan temperatur udara pengering ($^\circ C$)

Energi panas yang dibutuhkan untuk proses pengeringan biji kopi didapat dengan menggunakan persamaan :

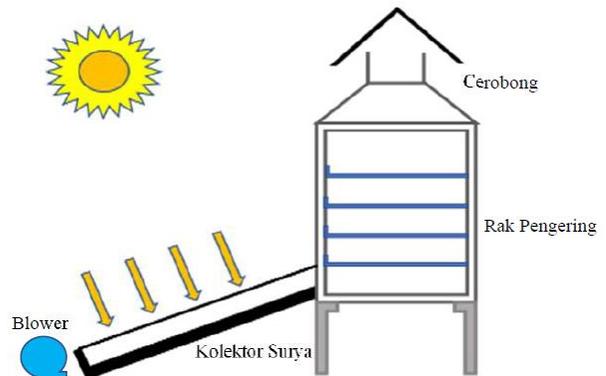
$$Q_{\text{pengeringan}} = Mn \cdot Lh \quad (2.5)$$

Dimana :

Mn = berat biji kopi setelah dikeringkan (kg)

Lh = panas laten pada temperatur (kJ/kg)

Dalam penelitian ini, ruang pengering memiliki dimensi 1,5m x 1m x 1m dengan berkapasitas 4 rak, sedangkan kolektor surya berdimensi 3m x 1,5 m dengan dasar yang telah dilapisi cat hitam seperti terlihat pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Ruang pengering dan kolektor surya

Dalam penelitian ini, sebuah blower digunakan untuk membantu menghembus udara panas ke dalam ruang sistem pengering. Kecepatan aliran udara blower diatur dengan sebuah katup (*Valve*). Alat pengukur kecepatan udara (*Anemometer*) digunakan untuk mengukur kecepatan angin dari blower. Data temperatur dalam ruang pengering diambil dalam waktu interval 30 menit. Pengukuran massa biji kopi diukur setiap 1 jam dengan menggunakan timbangan digital. Begitu pula dengan laju penurunan massa dari biji kopi dan penurunan kadar air yang juga diukur setiap 1 jam.

3. Hasil dan Pembahasan

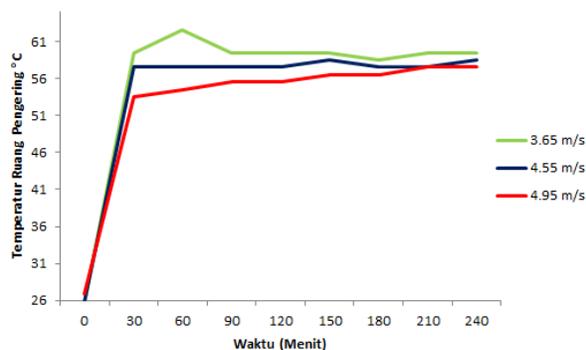
3.1 Analisis Temperatur Ruang Pengering

Tabel 4.1 di bawah memperlihatkan temperatur rata-rata di dalam ruang pengering.

Tabel 1. Temperatur Rata-Rata Ruang Pengering

Waktu (Menit)	Kecepatan Udara (m/s)		
	3.65	4.55	4.95
	Temperatur Ruang Pengering Rata-Rata °C		
0	25.6	25.8	26.9
30	59.5	57.5	53.5
60	62.5	57.5	54.5
90	59.5	57.5	55.5
120	59.5	57.5	55.5
150	59.5	58.5	56.5
180	58.5	57.5	56.5
210	59.5	57.5	57.5
240	59.5	58.5	57.5

Gambar 2 memperlihatkan grafik hubungan antara temperatur di dalam ruang pengering dan waktu dengan menggunakan laju udara yang berbeda dari penggunaan blower udara.



Gambar 2. Grafik Temperatur Ruang Pengering dan Waktu

Dari tabel dan grafik dapat dilihat bahwa temperatur udara di dalam ruang pengering mengalami kenaikan yang signifikan dari temperatur awal 26 °C menjadi 56,8 °C pada menit ke-30. Pada saat kecepatan aliran udara 3,65 m/s, temperatur rata-rata adalah 56 °C. Ketika kecepatan udara dinaikkan ke 4,55 m/s, temperatur rata-rata ruang menurun ke 54,2 °C. Dan pada saat kecepatan udara 4,95 m/s, temperatur rata-rata ruang pengering menjadi 52,7 °C. Temperatur rata-rata ruang pengering keseluruhan adalah 57,8 °C.

3.2 Analisis Kadar Air dan Massa Bahan

Tabel 4.2 dan 4.3 di bawah memperlihatkan persentase kadar air biji kopi dan massa biji kopi dengan variasi laju kecepatan udara blower.

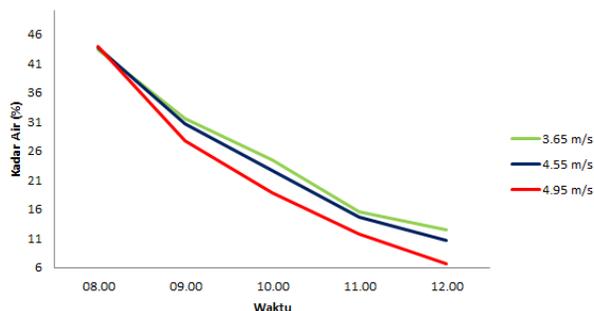
Tabel 2. Persentase Kadar Air Biji Kopi

Waktu	Kecepatan Udara (m/s)		
	3.65	4.55	4.95
	Kadar Air Rata-Rata (%)		
08.00	43.40	43.70	43.81
09.00	31.50	30.67	27.78
10.00	24.54	22.75	18.77
11.00	15.51	14.73	11.80
12.00	12.54	10.75	6.74

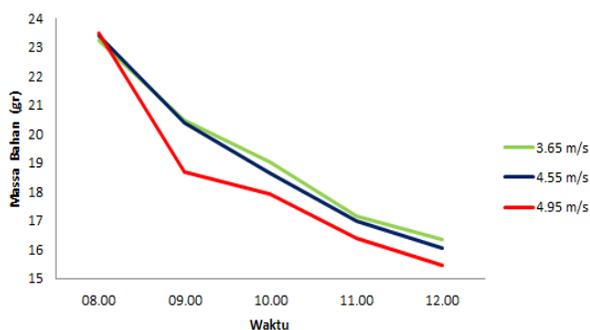
Tabel 3. Massa Biji Kopi

Waktu	Laju Udara (m/s)		
	3.65	4.55	4.95
	Massa Biji Kopi (gram)		
08.00	23.3	23.4	23.5
09.00	20.5	20.4	18.7
10.00	19.1	18.6	17.9
11.00	17.2	17.0	16.4
12.00	16.4	16.1	15.5

Gambar 3 dan 4 memperlihatkan grafik hubungan antara persentase kadar air dan massa biji kopi dengan variasi laju kecepatan udara blower.



Gambar 3. Grafik Persentase Kadar Air Biji Kopi dan Waktu



Gambar 4. Grafik Penurunan Massa Biji Kopi dan Waktu

Dari Tabel 4.2 dan Gambar 2 dapat dilihat bahwa persentase kadar air terus menurun ketika laju udara blower dinaikkan. Pada saat laju udara blower 3,65 m/s, persentase kadar air bahan terus menurun dari 43,4 % menjadi 12,54 % Pada saat laju udara dinaikkan 4,55 m/s persentase kadar air bahan juga mengalami penurunan secara signifikan dari keadaan awal 43,7 % menjadi 10,75 %. Persentase kadar air bahan juga mengalami penurunan dari 43,8 % menjadi 6,7 % pada saat laju udara 4,95 m/s dalam interval waktu 4 jam.

Begitu pula dengan massa bahan juga mengalami penurunan. Pada saat laju udara 3,65 m/s, massa bahan mengalami penurunan dari keadaan awal 23,3 gram menjadi 16,4 gram. Pada saat laju dinaikkan ke 4,55 m/s dan 4,95 m/s, massa bahan mengalami penurunan pada keadaan akhir 16,1 gram dan 15,5 gram secara berturut-turut. Semakin cepat laju udara panas menyebabkan temperatur di dalam rak meningkat yang mengakibatkan perpindahan panas pada biji kopi semakin cepat sehingga massa biji kopi akan cepat berkurang temperatur [8].

Penelitian sebelumnya pengeringan jagung [8] menggunakan solar kolektor dengan konveksi paksa yang menggunakan blower melaporkan bahwa temperatur rerata rak untuk kecepatan udara 3 m/s sedikit lebih rendah dibandingkan dengan kecepatan

udara 2 m/s. Hal ini disebabkan karena semakin tinggi kecepatan udara maka perpindahan panas akan semakin baik. Semakin cepat perpindahan panas mengakibatkan temperatur menurun. Begitu pula dengan massa bahan. Penurunan kadar air pada awalnya relatif cepat kemudian seiring dengan penambahan waktu pengeringan, penurunan kadar air semakin kecil. Hal ini terjadi karena semakin lama waktu pengeringan, maka kadar air semakin sedikit dan akibatnya air semakin susah untuk diuapkan.

4. Kesimpulan

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa penggunaan blower dalam sistem pengeringan sangat berpengaruh terhadap temperatur, kadar air (*moisture*), dan massa biji kopi. Dengan kecepatan aliran udara 3,65 m/s, temperatur rata-rata dalam ruang rak pengering adalah 56 °C dengan kadar air 12,54 % dan massa biji kopi 16,4 gram selama 4 jam waktu pengeringan. Ketika kecepatan udara 4,55 m/s, temperatur rata-rata dalam ruang rak pengering turun 54,2 °C dengan kadar air 10,75 % dan massa biji kopi 16,1 gram, sedangkan pada kecepatan udara 4,95 m/s, temperatur rata-rata dalam ruang rak pengering turun menjadi 52,7 °C dengan kadar air 6,74 % dan massa biji kopi 15,5 gram. Semakin cepat aliran udara panas di dalam ruangan pengering maka semakin cepat pula penurunan temperatur, penurunan kadar air, serta massa biji kopi [8]. Sistem pengering kolektor surya dapat mengurangi waktu pengeringan dan menghasilkan produk yang berkualitas sehingga lebih efisien daripada pengeringan dengan sinar matahari terbuka [5].

Ucapan Terima Kasih

Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Ristekdikti atas bantuan dana penelitian melalui Skema Penelitian Dosen Pemula (PDP) Tahun 2020.

Referensi

- [1] A. Sharma, C. R. Chen, and N. Vu Lan, "Solar-energy drying systems: A review," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 13, no. 6–7, pp. 1185–1210, 2009.
- [2] D. M. Kadam and D. V. K. Samuel, "Convective flat-plate solar heat collector for cauliflower drying," *Biosyst. Eng.*, vol. 93, no. 2, pp. 189–198, 2006.
- [3] O. Prakash and A. Kumar, "Historical review and recent trends in solar drying systems," *International Journal of Green Energy*, vol. 10, no. 7, pp. 690–738, 2013.
- [4] L. J. Goh, M. Y. Othman, S. Mat, H. Ruslan, and K. Sopian, "Review of heat pump systems

- for drying application,” *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 15, no. 9. Elsevier Ltd, pp. 4788–4796, 2011.
- [5] A. Lingayat, V. P. Chandramohan, and V. R. K. Raju, “Design, Development and Performance of Indirect Type Solar Dryer for Banana Drying,” in *Energy Procedia*, 2017, vol. 109, no. November 2016, pp. 409–416.
- [6] M. Yahya, A. Fudholi, H. Hafizh, and K. Sopian, “Comparison of solar dryer and solar-assisted heat pump dryer for cassava,” *Sol. Energy*, vol. 136, pp. 606–613, 2016.
- [7] W. . Duffie, J.A. and Beckman, *Solar Engineering of Thermal Process*, 2nd ed. New York: John Wiley, 1991.
- [8] I. B. Alit and I. G. B. Susana, “Pengaruh Kecepatan Udara Pada Alat Pengering Jagung Dengan Mekanisme Penukar Kalor,” *Rekayasa Mesin*, no. December 2019, pp. 117–124, 2020.