Terbit *online* pada laman web jurnal : http://inomet.ft.unand.ac.id

INoMeT: Jurnal Inovasi Rekayasa Mekanikal dan Termal

ISSN (Online) 3025-2598

Artikel Penelitian

Pengaruh Penggunaan Pengontrol Temperatur Pada Alat Pengering Tenaga Surya Terhadap Karakteristik Pengeringan Cengkeh

Zulkifli Amin [a,*], *Iskandar Ridwan* [a], *Fuad Muttaqin* [a], *Benny Dwika Leonanda* [a]

[a]*Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Andalas, Kampus Limau Manis, Padang, 25163, Sumatera Barat, Indonesia*

INFORMASI ARTIKEL

Sejarah Artikel:
Diterima Redaksi: 20 Juni 24
Revisi Akhir: 28 Juni 24
Diterbitkan *Online*: 30 Juni 24

KATA KUNCI

Drying

Solar Collector

Temperature Control

Arduino

Sensor

KORESPONDENSI

E-mail: zulkifliamin@eng.unand.ac.id

A B S T R A C T

Cloves are a spice product when picked have a moisture content of around 70-80% and must be dried before being processed into a product. During the drying process, the drying temperature of the cloves must be kept below 56°C. Farmers generally dry cloves conventionally by drying the cloves under the sun. However, this method requires a long time and unstable temperature. Therefore, it is necessary to develop a dryer with temperature control. The dryer used in this research is a dryer using a solar collector. The temperature of the hot air produced by the solar collector will be controlled by a temperature control device. The control device consists of Arduino as a microcontroller, fan and servo motor as actuators, and thermocouple as a temperature sensor. The main function of the temperature control device is to control the input temperature so that the drying room temperature on shelf 1, shelf 2, shelf 3 does not exceed 50°C during the drying process. In the control device there are 2 fans, fan 1 serves to accelerate the flow of hot air from the collector and fan 2 serves to add environmental air into the drying room. This study was conducted to determine the performance of the temperature control device and changes in the mass of cloves during the drying process. During the test, the temperature control device was able to limit the temperature in the drying room to stay below 50°C and the optimal result was able to reduce from the input temperature of 53.5°C to 43.5°C, 44.5°C and 44.7°C on shelf 1, shelf 2, and shelf 3 in the drying room. The results of this test obtained the highest mass reduction of cloves on shelf 3 with a mass reduction of 40 grams, with a final moisture content of 80%.

1. PENDAHULUAN

Cengkeh (*Zyzigium Aromaticum*) merupakan salah satu tanaman rempah yang paling banyak diekspor Indonesia dengan nilai 37,26 juta dollar AS. Cengkeh banyak digunakan sebagai penyedap rasa alami, pengawet bahan pangan, dan obat-obatan serta digunakan juga di industri rokok dan minuman.

Saat dipetik, cengkeh memiliki kadar air berkisar 70% sampai dengan 80%. Untuk menghasilkan produk dengan kualitas terbaik dan siap untuk digunakan atau dipasarkan, cengkeh harus dikeringkan [1]. Untuk mendapatkan kualitas cengkeh kering yang optimal, temperature saat pengeringan cengkeh harus dijaga tidak lebih dari 56ºC [2]. Jika temperatur pengeringan terlalu tinggi, maka dapat menyebabkan cengkeh mudah rapuh atau hancur [3].

Ada beberapa metode pengeringan cengkeh seperti secara konvensional dengan menjemur cengkeh menggunakan radiasi matahari langsung (Sun Drying), pengeringan di tempat teduh (Shade

https://doi.org/10.25077/inomet.1.1.62-66.2024

Attribution-NonCommercial 4.0 International. Some rights reserved

Drying) dan pengeringan dengan oven, alat atau mesin pengering [4]. Pemilihan metode pengeringan cengkeh sering kali bergantung pada skala produksi, sumber daya yang tersedia, dan tujuan kualitas produk akhir [5].

Pengeringan cengkeh umumnya dilakukan oleh petani secara konvensional dengan menjemur cengkeh menggunakan radiasi matahari langsung. Metode ini memiliki beberapa kekurangan, seperti waktu yang dibutuhkan cukup lama serta perubahan temperatur yang tidak stabil selama proses pengeringan. Selain itu, produk yang akan dikeringkan dengan metode ini rentan terkontaminasi terhadap polusi atau debu karena proses pengeringan dilakukan di ruang terbuka.

Oleh karena itu, diperlukan peningkatan dalam metode pengeringan yang lebih efisien, ramah lingkungan dan sederhana. Salah satu solusinya adalah menggunakan alat pengering dengan kolektor surya. Kolektor surya berfungsi sebagai penghasil udara panas dari sinar matahari yang dimanfaatkan untuk pengeringan [6].

Namun dengan menggunakan alat pengering kolektor surya, temperaturnya tidak stabil, hal ini disebabkan oleh intensitas sinar matahari yang selalu berubah-ubah. Ketidakstabilan temperatur tersebut mengakibatkan penurunan kualitas pada cengkeh[7]. Ketidakstabilan temperatur ini juga dapat membuat cengkeh rapuh atau mudah hancur jika temperatur terlalu tinggi[3].

ntuk mengatasi ketidakstabilan temperatur tersebut diperlukan metode pengeringan yang dapat mengatur temperatur dalam suatu rentang tertentu atau temperaturnya relatif konstan dalam proses pengeringan. Salah satu metode yang bisa digunakan adalah pengeringan dengan pengontrolan temperatur. Pada metode pengeringan dengan pengontrolan temperatur digunakan mikrokontroler Arduino sebagai pusat kontrol dan fan sebagai aktuator. Fan berfungsi untuk memasukan udara luar kedalam ruang pengering dan mempercepat aliran udara panas dari kolektor surya ketika temperatur melebihi batas temperatur yang telah ditentukan.

Tujuan dari penelitian ini adalah membuat alat kontrol temperatur pada alat pengering tenaga surya dan mengetahui pengaruh penggunaan pengontrol temperatur tersebut terhadap karakteristik pengeringan cengkeh. Manfaat dari penelitian ini adalah temperatur pada ruang pengering dapat dikontrol sehingga proses pengeringan lebih efisien dan dapat dihasilkan cengkeh kering yang berkualitas.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini masih dalam skala laboratorium. Pengujian dilakukan dari pukul 10.00 sampai dengan 15.00 WIB.

2. METODOLOGI

2.1. Alat

Pada penelitian ini digunakan alat pengeringan dengan kolektor surya sinusoidal plat datar yang telah dibuat di Laboratorium Energi Terbarukan dan Surya, Departemen Teknik Mesin, Universitas Andalas. Adapun desain dari pembuatan Alat Pengering Kolektor Surya dapat dilihat pada Gambar 1.



Keterangan:

1. Ruang pengeringan	5. Rak 1
2. Kolektor Surya	6. Rak 2
3. Ruang kontrol temperatur	7. Rak 3
4. Inlet kolektor	

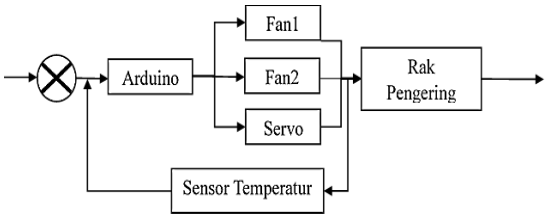
Gambar 1. Alat Pengering Kolektor

2.2. Sistem Pengontrolan Temperatur

Sebagai pengontrolan temperatur digunakan mikrokontroler Arduino ATmega328 sebagai pusat kontrol, *thermocouple* sebagai sensor temperature dan fan sebagai aktuator. Fan berfungsi untuk memasukan udara luar kedalam ruang pengering dan mempercepat aliran udara panas dari kolektor surya ketika temperatur melebihi batas temperatur yang telah ditentukan.

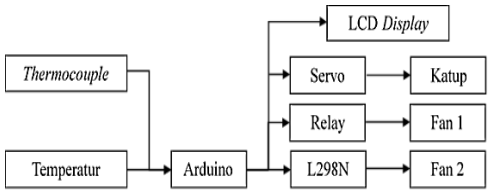
 https://doi.org/10.25077/inomet.1.1.62-66.2024

Sistem kontrol temperatur bekerja dimulai dari sensor *thermocouple* yang berfungsi mendeteksi temperatur pada saluran masuk ruang pengering. *Fan* 1 dihidupkan atau dimatikan, sedangkan *fan* 2 kecepatannya divariasikan secara otomatis berdasarkan temperatur input yan terdeteksi oleh *thermocouple*. Temperatur batasan yang ditentukan yaitu 50°C, jika temperatur input di atas 50°C maka *fan*1 akan hidup, kecepatan *fan* 2 50% kecepatan penuh, dan katup terbuka. Jika temperature input di atas 60°C maka kecepatan *fan* 2 100%. Diagram blok sistem kontrol temperatur dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Blok Sistem Kontrol Temperatur

Rangkaian sistem kontrol yang dibuat merupakan rangkaian yang digunakan agar sistem bekerja secara otomatis. Sistem kontrol ini akan dikontrol oleh Arduino uno yang akan disambungkan dengan rangkaian LCD Display 12x6, rangkaian fan, rangkaian sensor thermocouple dan katup. Skema rangkaian sistem kontrol ini terdapat pada Gambar 3.



Gambar 3. Skema Rangkaian Sistem Kontrol Temperatur

Parameter yang diukur dan data yang diambil dalam pengujian ini adalah :

1. Temperatur input atau temperatur udara masuk ruang pengering (T_{in}).
2. Temperatur ruangan pengering (T_{rak}), temperatur pada rak yang terdiri dari (T_{rak1}), (T_{rak2}), (T_{rak3}) dan temperatur rak rata-rata (T_{avg}).
3. Intensitas cahaya (E_{globe})
4. Waktu Pengeringan
5. Massa cengkeh

2.3. Pengujian

Pengujian dimulai dari menyiapkan cengkeh yang akan dikeringkan seperti terlihat pada Gambar 4a, kemudian ditimbang. Setelah itu, cengkeh diletakkan pada tiap-tiap rak pengeringan. Kemudian dilakukan pengambilan data distribusi temperatur, massa cengkeh, dan intensitas cahaya dari pukul 10.00 - 15.00 WIB dengan pengambilan data setiap 30 menit. Terakhir, data yang didapatkan dikalkulasikan dan dibuat grafik temperatur, massa cengkeh dan kadar air terhadap waktu pengujian.

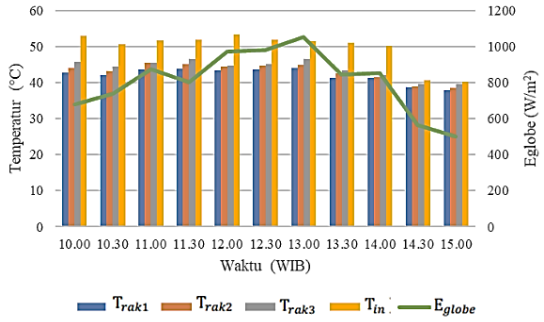


Gambar 4 Cengkeh (a) Sebelum dan (b) Sesudah Dikeringkan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

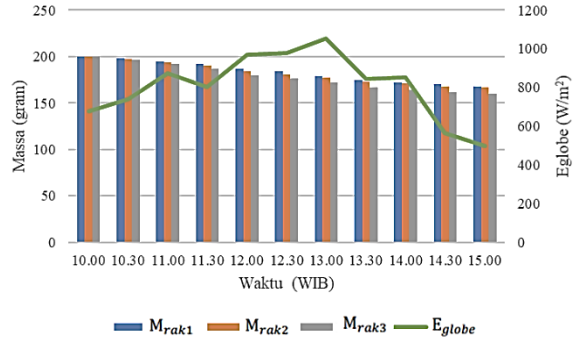
Pengaruh intensitas cahaya matahari terhadap temperatur input dan temperatur ruang pengering dapat dilihat pada Gambar 5. Pada pukul 10.00 – 14.00 WIB terdapat perbedaan temperatur yang signifikan antara temperatur input dengan temperatur ruang pengering, yang disebabkan oleh intensitas cahaya matahari yang tinggi, sehingga temperatur input melebihi temperatur yang dibatasi. Dikarenakan temperatur input melebihi temperatur yang dibatasi sehingga secara otomatis alat kontrol temperatur mengurangi temperatur udara panas yang masuk ke ruang pengering. Pada pukul 14.30 – 15.00 WIB terjadi penurunan intensitas cahaya matahari yang signifikan sehingga temperatur input yang dihasilkan tidak melebihi temperatur *setting*, sehingga alat kontrol temperatur tidak hidup dan perbedaan temperatur

input dengan temperatur ruang pengering tidak terlalu signifikan.



Gambar 5. Temperatur Ruang Pengering dan Intensitas Cahaya Matahari Terhadap Waktu

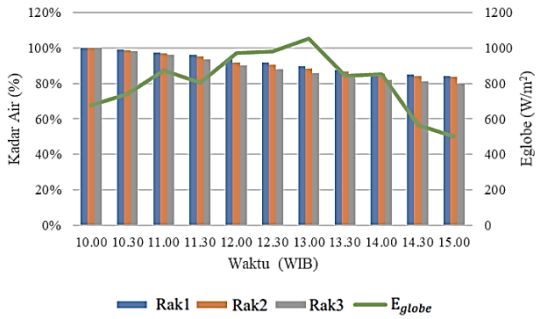
Massa cengkeh di setiap rak pengering adalah sama yaitu 200 gram. Pengeringan dilakukan dalam jangka waktu dari pukul 10.00 WIB sampai dengan pukul 15.00 WIB dengan pengambilan data dilakukan setiap 30 menit. Massa akhir cengkeh pada masing-masing rak adalah sebesar 168 gram pada rak 1, 167 gram pada rak 2 dan 160 gram pada rak 3. Pengaruh intensitas cahaya matahari terhadap perubahan massa cengkeh dapat dilihat pada Gambar 6. Pengurangan massa cengkeh paling besar terjadi pada rak 3 dalam jangka waktu 11.30 WIB – 12.00 WIB, hal ini disebabkan pada waktu tersebut intensitas cahaya matahari mulai tinggi dan kondisi dari cengkeh masih cukup basah, jadi kandungan air dalam cengkeh masih tinggi. Hal ini menyebabkan temperatur yang dihasilkan relatif tinggi sehingga terjadi penurunan massa cengkeh yang cukup signifikan.



Gambar 6. Perubahan Massa Cengkeh dan Intensitas Cahaya Matahari Terhadap Waktu

Perbedaan massa akhir cengkeh setiap rak disebabkan oleh aliran udara panas keluaran kolektor memasuki ruang pengering dari bagian bawah, dimana susunan setiap rak disusun secara vertikal, jadi udara panas dari kolektor melewati rak 3 terlebih dahulu lalu rak 2 dan rak 1. Hal ini juga dapat dilihat pada Gambar 5 dimana temperatur pada rak 3 relatif lebih tinggi dibandingkan pada temperatur rak 2 dan rak 1 yang disebabkan perpindahan panas konveksi secara vertikal di ruang pengering dari bawah ke bagian atas ruang pengering.

Berdasarkan Gambar 7 pengurangan kadar air cengkeh paling tinggi terjadi pada rak 3 dalam jangka waktu 11.30 WIB – 12.00 WIB. Hal ini sama dengan penurunan massa cengkeh, dimana kondisi cengkeh yang cukup basah dan intensitas cahaya matahari tinggi jadi penurunan massanya tinggi, sehingga penurunan kadar airnya juga signifikan.



Gambar 7. Perubahan Kadar Air Cengkeh dan Intensitas Cahaya Matahari Terhadap Waktu

Pengurangan kadar air tertinggi terdapat pada rak bagian bawah yaitu rak 3, dikarenakan temperatur pada bagian bawah lebih tinggi dibandingkan dengan temperatur bagian atas yaitu rak 2 dan rak 1. Hal ini disebabkan aliran udara panas dari kolektor berawal dari bagian bawah ke bagian atas ruang pengering, sehingga temperatur rak 3 lebih tinggi daripada rak 2 dan rak 1.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari pengujian yang dilakukan, dimana pada saat temperatur input melebihi temperatur batasan sebesar 50°C, alat kontrol temperatur mampu menurunkan temperatur di ruang pengering agar di bawah temperatur batasan. Pada alat kontrol temperatur terdapat dua *fan* sebagai aktuator, dimana *fan* 1 mempercepat aliran udara panas

 https://doi.org/10.25077/inomet.1.1.62-66.2024

masuk ke ruang pengering dan *fan* 2 memasukan udara luar atau lingkungan ketika temperatur input melebihi temperatur setting atau temperatur batasan yang telah ditentukan.

Pada pengujian ini, kondisi optimal dari alat kontrol temperatur mampu menurunkan dari temperatur input sebesar 53,5°C menjadi 43,5°C, 44,5°C dan 44,7°C pada rak 1, rak 2 dan rak 3 pada ruang pengering. Pengeringan cengkeh yang dilakukan dengan alat kontrol temperatur mengalami penurunan massa yang optimal sebesar 40 gram dengan kadar air akhir sebesar 80%, dimana pengeringan dilakukan dari pukul 10.00 WIB sampai pukul 15.00 WIB.

DAFTAR PUSTAKA

[1] N. Nurdjannah, "Diversifikasi Penggunaan Cengkeh." Perspektif 3, 2016, pp.61-70.

[2] N. Sri and Danarti, *Budi Daya dan Penanganan Pasca Panen*. 2003.

[3] M. Rusli and T. Yuhandri, "Desain dan Pengujian Model Sederhana Pengering Makanan Berbasis Radiasi Gelombang Ultrasonik," 2012.

[4] O. V. Ekechukwu and B. Norton, "Review of solar-energy drying systems II: an overview of solar drying technology," *Energy Convers Manag*, 1999.

[5] M. Nurhamid, "Pengaruh Tipe Absorber Kolektor Surya Plat Datar Pada Pengeringan Biji Kakao (Theobroma Cacao L.)," Universitas Andalas, Padang, 2023.

[6] E. A. Y. Amankwah, K. A. Dzisi, G. van Straten, L. G. van Willigenburg, and A. J. B. van Boxtel, "Distributed mathematical model supporting design and construction of solar collectors for drying," *Drying Technology*, vol. 35, no. 14, pp. 1675–1687, Oct. 2017, doi: 10.1080/07373937.2016.1269806.

[7] R. Jabeen, T. Aijaz, and K. Gul, "Drying kinetics of potato using a self-designed cabinet dryer," *Cogent Food Agric*, vol. 1, no. 1, p. 1036485, Dec. 2015, doi: 10.1080/23311932.2015.1036485.