

## ANALISIS KINERJA MESIN PENGERING HASIL PANEN MEMANFAATKAN ENERGI BUANG KONDENSOR DENGAN PENAMBAHAN *HEATER*

Dewi Andini Putri Agustin<sup>1</sup>, Permadi Rian Wahyudi<sup>1</sup>, Fauzan Amri<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup>Teknik Pendingin dan Tata Udara, Politeknik Negeri Indramayu

<sup>2</sup>Teknologi Rekayasa Instrumentasi dan Kontrol, Politeknik Negeri Indramayu

\*Email: fauzanamri@polindra.ac.id

---

### ARTICLE INFO

#### Article history:

Received date:

10 January 2025

Received in revised form date:

23 January 2025

Accepted date

24 January 2025

Available online date

31 January 2025

---

### Abstract

*One of the most important processes in processing crops is drying. Drying aims to reduce water content to a level that is safe for storage, prevent the growth of microorganisms, and maintain product quality. In this study, agricultural commodities such as coffee beans, corn seeds, and peanuts were dried using technology that works by utilizing condenser exhaust energy with the addition of a heater. The three products have been dried for 3 hours. The drying process successfully reduced the water content of coffee beans to 11.9% at a temperature of 42.4 °C, and the water content of corn kernels to 14% at a temperature of 44.2 °C. Both products have been successfully dried to ideal conditions according to the standards of harvest commodities. The water content of peanuts after drying reached 11.6% at a temperature of 45.4 °C. With a water content of 11.6% after initial drying, peanuts have not met the water content standards required for long-term storage, so peanuts require a drying time longer than 3 hours. Meanwhile, the heating dehumidifier system designed using two heaters can produce hot air of 12.1 kJ/s. This system has a good COP value of around 4.63 with an efficiency of 88%.*

**Keywords:** *Commodity harvested, drying, heater, water content, temperature*

---

### Kata kunci:

Komoditas Hasil Panen

Pengeringan

*Heater*

Kadar Air

Temperatur

---

### Abstrak

Salah satu proses pengolahan hasil panen yang sangat penting adalah pengeringan. Pengeringan bertujuan untuk mengurangi kadar air hingga tingkat yang aman untuk penyimpanan, mencegah pertumbuhan mikroorganisme, dan mempertahankan kualitas produk. Dalam penelitian ini, komoditas hasil pertanian seperti biji kopi, biji jagung, dan kacang tanah dikeringkan dengan menggunakan teknologi yang bekerja dengan memanfaatkan energi buang kondensor dengan penambahan *heater*. Ketiga produk tersebut telah dikeringkan selama 3 jam. Proses pengeringan berhasil menurunkan kadar air biji kopi hingga 11,9% pada suhu 42,4 °C, dan kadar air biji jagung hingga 14% pada suhu 44,2 °C. Kedua produk ini telah berhasil dikeringkan hingga mencapai kondisi yang ideal sesuai dengan standar komoditas panen. Adapun kadar air kacang tanah setelah dikeringkan mencapai 11,6 % pada suhu 45,4 °C. Dengan kadar air 11,6 % setelah pengeringan awal, kacang tanah belum memenuhi standar kadar air yang dipersyaratkan untuk penyimpanan jangka panjang, sehingga kacang tanah memerlukan waktu pengeringan yang lebih lama dari 3 jam. Sementara itu, untuk sistem *heating dehumidifier* yang dirancang dengan menggunakan dua *heater* mampu menghasilkan udara panas sebesar 12,1 kJ/s. Sistem ini memiliki nilai COP yang cukup baik sekitar 4,63 dengan efisiensi sebesar 88%.

## 1. PENDAHULUAN

Pengeringan merupakan salah satu tahapan penting dalam penanganan pasca panen untuk berbagai komoditas pertanian, seperti biji kopi, kacang tanah, dan biji jagung. Proses ini bertujuan untuk mengurangi kadar air hingga tingkat yang aman untuk penyimpanan, mencegah pertumbuhan mikroorganisme, dan mempertahankan kualitas produk. Metode pengeringan yang efisien dan efektif sangat diperlukan untuk meningkatkan kualitas dan nilai jual hasil pertanian [1].

Saat ini, metode pengeringan konvensional, seperti penjemuran dibawah sinar matahari telah dipraktekan secara luas oleh petani dalam skala kecil. Namun, metode ini sangat bergantung pada kondisi cuaca, membutuhkan area yang luas, dan rentan terhadap kontaminasi [2]. Oleh karena itu, diperlukan pengembangan teknologi pengeringan yang lebih efisien dan terkontrol untuk mengurangi kadar air pada produk hasil panen. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah dengan memanfaatkan energi terbuang dari sistem pendingin, khususnya panas yang dilepaskan oleh kondensor. Sistem pendingin, seperti pada mesin pendingin ruangan atau lemari pendingin, menghasilkan panas sebagai produk sampingan dari proses pendinginan [3]. Panas ini biasanya dibuang ke lingkungan, padahal berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai sumber energi untuk pengeringan. Pemanfaatan energi buang kondensor untuk pengeringan menawarkan beberapa keuntungan, antara lain penghematan energi, pengurangan emisi gas rumah kaca, dan peningkatan efisiensi proses pengeringan. Beberapa penelitian telah menunjukkan potensi pemanfaatan energi buang kondensor untuk berbagai aplikasi, termasuk pengeringan hasil pertanian. Brama dan Martin dalam penelitiannya telah berhasil mengeringkan buah bengkuang dengan memanfaatkan panas buang kondensor pada suhu 40 °C [4]. Penelitian lain oleh Syam, dkk. juga telah berhasil memanfaatkan energi panas kondensor AC untuk mengeringkan kunyit pada suhu 42,4 °C dan kelembaban udara 31%. Pengeringan kunyit dilakukan selama 6 jam hingga bahan mencapai kadar air 5 – 6% [5]. Sonawan dan Yandra memanfaatkan panas kondensor AC untuk mengeringkan kacang tanah. Berdasarkan eksperimen yang dilakukan, laju pengeringan stasioner sebesar 0,3 g/menit pada temperature 53 °C selama 6 jam. Dalam kondisi tersebut, kadar air kacang tanah turun dari 40% menjadi 8,4% [6].

Namun, pemanfaatan energi buang kondensor saja mungkin belum mencukupi untuk mencapai suhu dan laju pengeringan yang optimal, terutama untuk komoditas yang membutuhkan suhu pengeringan yang lebih tinggi atau waktu pengeringan yang lebih singkat. Oleh karena itu, penambahan *heater* sebagai sumber energi tambahan dapat dipertimbangkan. Penambahan *heater* dalam sistem pengeringan dapat meningkatkan suhu udara pengering, menurunkan kelembaban, mempercepat proses pengeringan, dan menghasilkan produk dengan kualitas yang lebih baik. Kelembaban udara berpengaruh terhadap proses pengeringan. Pada kelembaban udara rendah, perbedaan tekanan uap air di dalam dan di luar bahan besar, sehingga pemindahan uap air dari dalam bahan ke luar semakin cepat [7]. Kombinasi antara pemanfaatan energi buang kondensor dan penambahan heater diharapkan dapat menghasilkan sistem pengeringan yang lebih efisien, terkontrol, dan ekonomis.

Penelitian ini berfokus pada analisis kinerja mesin pengering hasil panen yang memanfaatkan energi buang kondensor dan penambahan heater untuk pengeringan biji kopi, kacang tanah, dan biji jagung. Ketiga komoditas yang umum dibudidayakan di Indramayu ini memiliki karakteristik kadar air awal, ukuran, dan komposisi kimia yang berbeda, sehingga memerlukan parameter pengeringan spesifik. Secara spesifik, tujuan penelitian ini adalah menganalisis kinerja termal mesin pengering, meliputi efisiensi pemanfaatan energi buang kondensor dan kontribusi *heater*, serta mengkaji pengaruh parameter pengeringan terhadap kualitas hasil panen.

Hasil penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi bagi pengembangan teknologi pengeringan yang lebih efisien dan berkelanjutan untuk berbagai komoditas pertanian di Indonesia.

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Bengkel Teknik Pendingin dan Tata Udara, Jurusan Teknik, Politeknik Negeri Indramayu pada Maret – Agustus 2024. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif yakni dengan membandingkan kadar air dari produk sebelum dan sesudah dilakukan pengeringan.

### 2.1. Konstruksi dan Prinsip Kerja Trainer Mesin Pengering

Trainer mesin pengering yang dirancang didesain seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1. Prinsip kerja mesin pengering ini dimulai dengan proses kompresi, di mana refrigeran pada awalnya berada pada

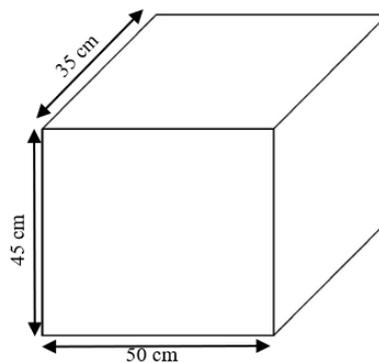
temperatur dan tekanan rendah. Ketika masuk ke dalam kompresor, refrigeran disirkulasikan ke kondensor, yang menyebabkan kenaikan temperatur pada pipa kondensor hingga mencapai 70 – 80 °C. Udara panas yang dihasilkan oleh kondensor kemudian dihembuskan oleh kipas (*fan*) dan dialirkan melalui *ducting* ke dalam kabin atau rak pengering. Rak ini digunakan untuk mengeringkan biji kopi, jagung, dan kacang tanah. Di dalam *ducting* terdapat dua pemanas listrik (*heater electric*) dengan daya masing-masing 300 W, yang berfungsi untuk membantu mencapai temperatur yang diinginkan. Rak pengering di dalam kabin terbuat dari jaring kawat, yang dirancang untuk memastikan distribusi panas yang merata sehingga proses pengeringan berlangsung optimal.



**Gambar 1.** Desain trainer mesin pengering

## 2.2. Rancangan Kabin

Kabin mesin pengering dibuat menggunakan material kayu berukuran 50 cm x 45 cm x 35 cm seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2. Pada bagian dalam kabin dilapisi alumunium foil yang bertujuan untuk mempertahankan dan mencegah panas agar tidak keluar dari ruang kabin. Spesifikasi ukuran kabin ditunjukkan pada Tabel 1.



**Gambar 2.** Desain kabin mesin pengering

**Tabel 1.** Spesifikasi ukuran kabin

Konstruksi Kabin	Nilai
Volume	0,07875 m <sup>3</sup>
Luas Permukaan	1,115 m <sup>2</sup>
Luas <i>Ducting</i> 1 (Berbentuk <i>Trapesium Sama Kaki</i> )	0,351 m <sup>2</sup>
Luas <i>Ducting</i> 2 (Berbentuk <i>Berbentuk Balok Tanpa Alas dan Tutup</i> )	0,4 m <sup>2</sup>

### 2.3. Perhitungan Beban Produk dan Heater

Masing-masing komoditas panen yakni biji kopi, biji jagung, dan kacang tanah dihitung beban produknya [2], [8], [9] menggunakan Persamaan (1) dan (2) dan didapatkan hasilnya seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.

$$q = m \times c \times \Delta T \quad (1)$$

dimana  $q$  adalah banyaknya kalor yang diserap atau dilepas ( $kJ$ ),  $m$  adalah massa produk ( $kg$ ),  $c$  adalah kalor spesifik produk ( $kJ/kg.K$ ), dan  $\Delta T$  adalah perubahan temperatur ( $^{\circ}C$ ).

$$Q_{produk} = \frac{q}{\Delta t} \quad (2)$$

dimana  $Q_{produk}$  adalah beban produk ( $kW$ ),  $q$  adalah banyaknya kalor yang diserap atau dilepas ( $kJ$ ), dan  $\Delta t$  adalah selang waktu ( $s$ ).

**Tabel 2.** Jumlah kalor dan beban produk untuk masing-masing komoditas

Jenis Komoditas	Kalor Produk (kJ)	Beban Produk (kW)
Biji Kopi	134,08	2,23
Biji Jagung	115,84	1,93
Kacang Tanah	71,36	1,19
<b>Total Beban Produk</b>		<b>5,35</b>

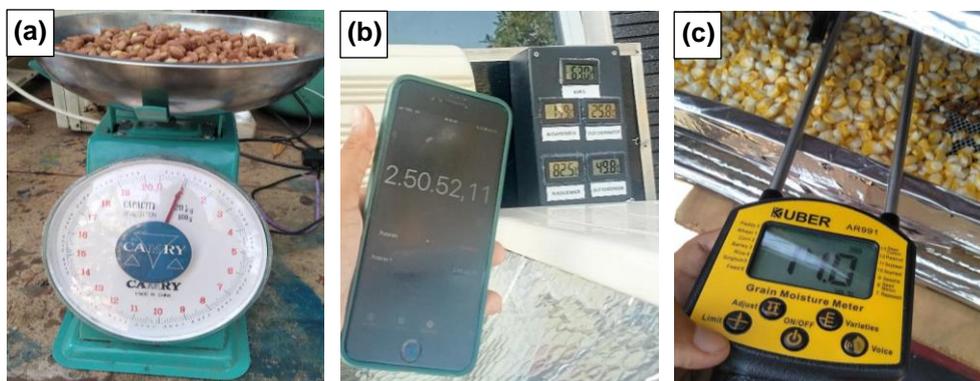
Adapun beban *heater* dihitung dengan menggunakan Persamaan 3 berikut ini dan didapatkan hasilnya adalah 0,6 kW.

$$Q_{heater} = n \times P \quad (3)$$

dimana  $Q_{heater}$  adalah beban heater ( $kW$ ),  $n$  adalah banyaknya *heater* yang digunakan, dan  $P$  adalah daya *heater* ( $kW$ ).

### 2.4. Pengeringan Produk dan Pengambilan Data

Biji kopi, biji jagung, dan kacang tanah masing-masing 1 kg dicuci bersih dan diletakan diatas rak untuk dikeringkan dengan mesin pengering selama 3 jam. Pengambilan data suhu dan kelembaban dilakukan setiap 10 menit sekali untuk setiap produk. Termometer menunjukkan angka 60 °C ketika produk telah dipanaskan selama 3 jam. Setelah pengeringan selesai, parameter seperti kadar air, massa, suhu, dan kelembaban ketiga produk diukur kembali untuk dibandingkan dengan kondisi sebelum pengeringan.



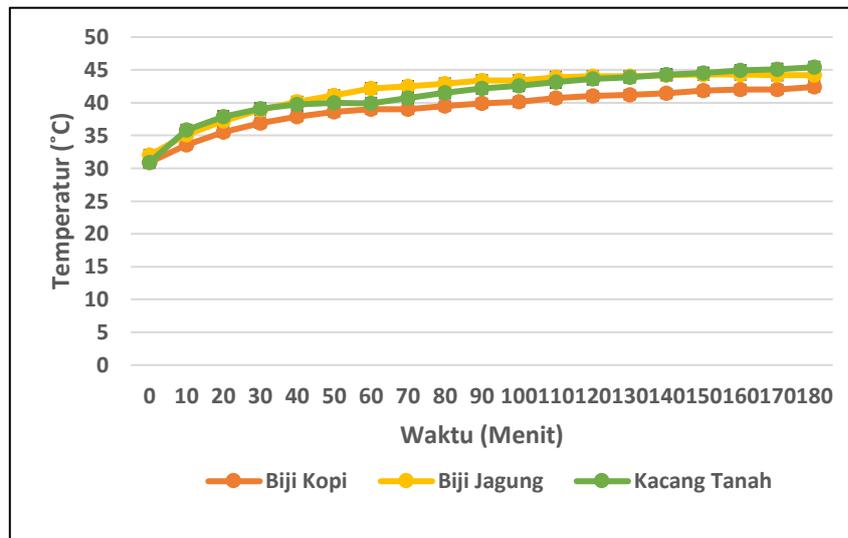
**Gambar 3.** Proses pengeringan produk hasil panen. (a) mengukur massa produk sebelum dikeringkan, (b) mengukur temperatur produk saat dikeringkan, dan (c) mengukur kadar air produk setelah dikeringkan dengan menggunakan *moisture meter*.

Selama proses pengeringan berlangsung, pengukuran suhu juga dilakukan di empat titik yang berbeda yaitu pada pipa inlet dan outlet kondensor, serta pada pipa inlet dan outlet evaporator. Data pengukuran tersebut digunakan untuk menghitung performa dan efisiensi dari sistem kompresi uap yang digunakan.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

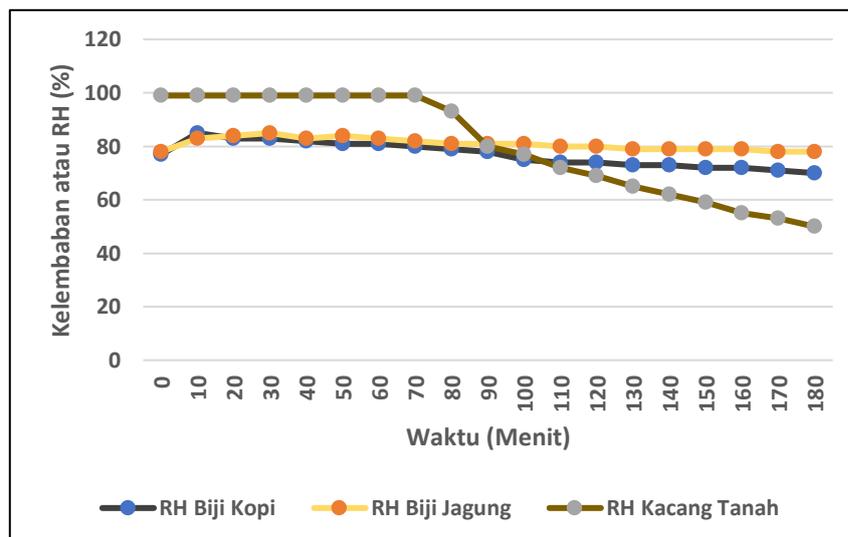
#### 3.1. Temperatur dan Kelembaban Produk

Hasil pengambilan data temperatur dan kelembaban dari tiga komoditas yakni biji kopi, biji jagung, dan kacang tanah disajikan seperti pada Gambar 4 dan 5.



Gambar 4. Perbandingan temperatur ketiga produk

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, rentang peningkatan temperatur produk biji kopi berkisar antara 30,9 – 42,4 °C, biji jagung 32 – 44,2 °C, dan kacang tanah 30,9 – 45,4 °C. Perbedaan rentang nilai tersebut dikarenakan adanya perbedaan tekstur, ukuran, dan komposisi kimia dari setiap produk. Suhu yang tercapai pada setiap produk berperan penting dalam mengurangi kadar air hingga mencapai tingkat yang ideal untuk penyimpanan atau konsumsi setelah pengeringan [10].



Gambar 5. Perbandingan kelembaban ketiga produk

Selama proses pengeringan, energi panas akan meningkatkan temperatur produk, yang pada gilirannya menurunkan kelembabannya. Hal ini dikarenakan temperatur dan kelembaban berbanding terbalik. Dalam penelitian ini kelembaban produk biji kopi turun dari 85 – 72 %, biji jagung 85 – 78 %, dan kacang tanah 99 – 50%.

#### 3.2. Kadar Air Produk

Setelah pengeringan selama 3 jam, kadar air setiap produk diukur kembali menggunakan moisture meter untuk memverifikasi penurunan kadar air. Hasil pengukuran disajikan pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Kadar air ketiga produk sebelum dan setelah dikeringkan

	Sebelum Dikeringkan	Setelah Dikeringkan	Kadar Air Ideal Setelah Dikeringkan
<b>Biji Kopi</b>	35,6 %	11,9 %	11 – 12,5 % [11]
<b>Biji Jagung</b>	24,6 %	14 %	14 % [12]
<b>Kacang Tanah</b>	34,4 %	11,6 %	10 % [13]

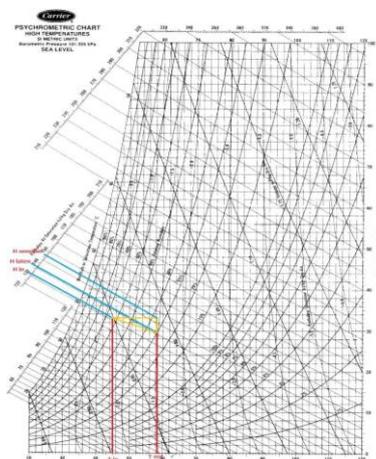
Hasil pengujian kadar air menunjukkan bahwa biji kopi dan biji jagung telah mencapai kadar air ideal setelah pengeringan. Sedangkan, kadar air kacang tanah belum sesuai dengan standar komoditas panen, sehingga memerlukan waktu pengeringan lebih dari 3 jam.

### 3.3. Heating Dehumidifier

Berdasarkan hasil pengambilan data temperatur dan kelembaban pada kondesor kemudian memplotnya ke diagram psikometrik (Gambar 6) didapatkan data-data seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Data heating dehumidifier

T udara in kondensor	RH udara in kondensor	T udara out kondensor	RH udara out kondensor	H <sub>in</sub>	H <sub>latent</sub>	H <sub>sensible</sub>
45,01 °C	54,5 %	58,24 °C	22,14 %	131 kJ/kg	137 kJ/kg	147 kJ/kg

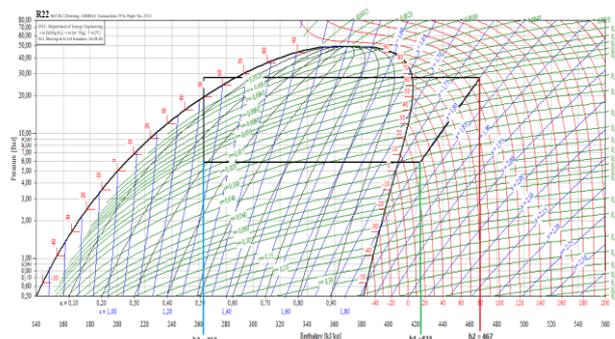


$$\begin{aligned} \dot{m} \text{ udara} &= \rho \text{ udara} \times A \times v \\ &= 1,2 \text{ kg/m}^3 \times 0,20 \text{ m}^2 \times 2,31 \text{ m/s} \\ &= 0,55 \text{ kg/s} \\ Q \text{ udara sensible} &= \dot{m} \times (h_{\text{sensible}} - h_{\text{in}}) \\ &= 0,55 \text{ kg/s} \times (147 \text{ kJ/kg} - 131 \text{ kJ/kg}) \\ &= 8,8 \text{ kJ/s} \\ Q \text{ udara latent} &= \dot{m} \times (h_{\text{latent}} - h_{\text{in}}) \\ &= 0,55 \text{ kg/s} \times (137 \text{ kJ/kg} - 131 \text{ kJ/kg}) \\ &= 3,3 \text{ kJ/s} \\ Q \text{ udara total kondensor} &= Q \text{ udara sensibel} + Q \text{ udara Latent} \\ &= 3,3 \text{ kJ/s} + 8,8 \text{ kJ/s} \\ &= 12,1 \text{ kJ/s} \end{aligned}$$

**Gambar 6.** Plot pada diagram psikometrik

### 3.4. COP dan Efisiensi Sistem Heating Dehumidifier

Dari hasil pengambilan data dengan sistem kompresi uap didapatkan daya (P Kompresor) sebesar 1 pk = 840 Watt. temperatur evaporator 14°C (287 K) dan temperatur kondensor = 82°C (355 K) sehingga didapat nilai entalpi dari refrigerant h<sub>1</sub> = 423 kJ/kg, h<sub>2</sub> = 467 kJ/kg, dan h<sub>3</sub> = h<sub>4</sub> = 263 kJ/kg. kemudian bila dihitung didapatkan nilai q<sub>w</sub>, d<sub>c</sub>, q<sub>e</sub>, Q<sub>c</sub>, COP dan efiseinsi. Hasil plotting temperatur in dan out kondensor dan evaporator pada diagram P-h disajikan pada Gambar 7.



**Gambar 7.** Ploting nilai temperatur in dan out kondensor dan evaporator pada diagram P-h

Daya Kompresor

$$Q_w = 840 \text{ Watt} = 0,84 \text{ kW}$$

Kerja Kompresi

$$\begin{aligned} q_w &= h_2 - h_1 \\ &= 467 \text{ kJ/kg} - 423 \text{ kJ/Kg} \\ &= 44 \text{ kJ/Kg} \end{aligned}$$

Laju Aliran Massa Refrigerant

Setelah  $q_w$  diketahui, maka laju aliran massa refrigerant dapat dihitung dengan cara :

Diketahui : daya kompresor 1 PK = 840 Watt = 0,84 kW

$$\begin{aligned} m \text{ refrigerant} &= \frac{P_{\text{kompresor}}}{(h_2 - h_1)} \\ &= \frac{0,84 \text{ kJ/s}}{44 \text{ kJ/kg}} \\ &= 0,019 \text{ kg/s} \end{aligned}$$

Kalor yang dibuang di Kondensor

$$\begin{aligned} q_c &= h_2 - h_3 \\ &= 467 \text{ kJ/Kg} - 263 \text{ kJ/Kg} \\ &= 204 \text{ kJ/Kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_c &= m \text{ refrigerant} \times q_c \\ &= 0,019 \text{ kg/s} \times 204 \text{ kJ/Kg} \\ &= 3,876 \text{ kW} = 3876 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Efek Refrigerasi dan Kapasitas Evaporator

$$\begin{aligned} q_e &= h_1 - h_4 \\ &= 423 \text{ kJ/Kg} - 263 \text{ kJ/Kg} \\ &= 160 \text{ kJ/Kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_e &= \text{refrigerant} \times q_e \\ &= 0,019 \text{ kg/s} \times 160 \text{ kJ/Kg} \\ &= 3,04 \text{ kW} = 3040 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Nilai COP

$$\begin{aligned} \text{COP}_{\text{Carnot}} &= \frac{\text{Temperatur Kondensor}}{\text{Temp. Kondensor} - \text{Temp. Evaporator}} \\ &= \frac{355 \text{ K}}{355 \text{ K} - 287 \text{ K}} \\ &= \frac{355 \text{ K}}{68 \text{ K}} \\ &= 5,22 \\ \text{COP}_{\text{Actual}} &= \frac{q_c}{q_w} \\ &= \frac{204 \text{ kJ/Kg}}{44 \text{ kJ/Kg}} \\ &= 4,63 \end{aligned}$$

Efisiensi Sistem *Heating Dehumidifier*

$$\begin{aligned} \eta &= \frac{\text{COP Actual}}{\text{COP Carnot}} \times 100\% \\ &= \frac{4,63}{5,22} \times 100\% \\ &= 0,88 \times 100\% \\ &= 88\% \end{aligned}$$

## 4. PENUTUP

### 4.1. Kesimpulan

Komoditas hasil pertanian biji kopi, biji jagung, dan kacang tanah telah berhasil dikeringkan selama 3 jam dengan menggunakan teknologi pengering berbasis energi buang kondensor dan *heater*. Pengeringan ini bertujuan untuk mengurangi kadar air ketiga produk tersebut hingga tingkat yang aman untuk penyimpanan. Proses pengeringan berhasil menurunkan kadar air biji kopi hingga 11,9% pada suhu 42,4 °C, dan kadar

air biji jagung hingga 14% pada suhu 44,2 °C. Kedua produk ini telah berhasil dikeringkan hingga mencapai kondisi yang ideal sesuai dengan standar komoditas panen. Adapun kadar air kacang tanah setelah dikeringkan mencapai 11,6 % pada suhu 45,4 °C. Dengan kadar air 11,6 % setelah pengeringan awal, kacang tanah belum memenuhi standar kadar air yang dipersyaratkan untuk penyimpanan jangka panjang, sehingga kacang tanah memerlukan waktu pengeringan yang lebih lama dari 3 jam. Sementara itu, untuk sistem *heating dehumidifier* yang dirancang dengan menggunakan dua *heater* mampu menghasilkan udara panas sebesar 12,1 kJ/s. Sistem ini memiliki nilai COP yang cukup baik sekitar 4,63 dengan efisiensi sebesar 88%.

#### 4.2. Saran

Dalam pengambilan data, penempatan sensor yang tetap dan tepat sangat diperlukan untuk memastikan pengambilan data yang akurat dalam setiap percobaan.

#### 4.3. Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu sehingga penelitian ini dapat selesai dengan baik dan lancar.

### 5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. A. Pramawiguna, I. N. Ardita, and I. K. E. H. Wiryanta, "Analisis Mesin Pengering Kunyit dengan Sistem Dehumidifikasi dan Pompa Kalor," *Repos. Politek. Negeri Bali*, pp. 1–11, 2022.
- [2] Y. Kurniawan, R. Ruslani, and F. A. Anggriawan, "Analisa Kinerja Sistem Heating Dehumidifier Menggunakan Ac Split Untuk Pengeringan Ikan," *J. Teknol. Ter.*, vol. 3, no. 1, pp. 41–47, 2017.
- [3] S. Raharjo, *Efisiensi Penggunaan Refrigerant Pada Mesin Pengkondisian Udara Split*. Semarang: Universitas Diponegoro, 2020.
- [4] J. Brama and A. Martin, "Pengeringan Beku Vakum Bengkuang dengan Memanfaatkan Panas Buang Kondensor untuk Proses Sublimasi," *Jom FTEKNIK*, vol. 1, no. 2, pp. 1–9, 2014.
- [5] H. Syam, J. P. M. Rais, and N. Lestari, "Potensi Panas Terbuang Kondensor AC Sebagai Sumber Pemanas Pada Cabinet Dryer," in *Prosiding Seminar Nasional LP2M UNM*, 2019, pp. 759–764.
- [6] H. Sonawan and N. Yandra, "Pemanfaatan Panas Kondensor AC untuk Proses Pengeringan Kacang Tanah," 2018.
- [7] J. Jamal and L. Lewi, "Analisis Kinerja Dan Laju Pengeringan Pada Pengering Hybrid Dengan Variasi Sumber Energi Pemanas," in *Prosiding 4th Seminar Nasional Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2020, pp. 148–153.
- [8] Y. Kurniawan and K. Kusnandar, "Uji Karakteristik Pompa Sentrifugal Pada Cooling Hydronic System Menggunakan Refrijeran Ramah Lingkungan," *J. Teknol. Terap.*, vol. 4, no. 1, pp. 63–71, 2018.
- [9] K. Kusnandar, M. F. Ramadhan, R. Rahayu, and Y. Kurniawan, "Rancang Bangun AC Split Untuk Pengeringan Biji Kopi Dengan Memanfaatkan Panas Kondensor Berdasarkan Masa Refrigerant Dengan Tekanan," in *Prosiding Seminar Nasional Multidisiplin Ilmu Universitas Asahan ke-3*, 2019, pp. 656–665.
- [10] I. B. Alit and I. G. B. Susana, "Pengaruh Kecepatan Udara Pada Alat Pengering Jagung dengan Mekanisme Penukar Kalor," *Rekayasa Mesin*, vol. 11, no. 1, pp. 77–84, 2020.
- [11] R. Silaban, K. Panjaitan, B. M. T. Pakpahan, and B. Siregar, "Efektivitas Pengeringan Biji Kopi Menggunakan Oven Pengering Terkontrol," in *Virtual Seminar Nasional Hasil Pengabdian Kepada Masyarakat LPPM UNIMED*, 2020, pp. 39–44.
- [12] D. Tanggasari and A. R. Jatnika, "Pengaruh Pengeringan Lapis Tipis Jagung (*Zea mays L*) sebagai Bahan Pakan dengan Suhu yang Berbeda," *J. Keteknikan Pertan. Trop. dan Biosist.*, vol. 11, no. 1, pp. 73–81, 2023.
- [13] A. Antoro and S. Setiono, "Pengaruh Lama Penyimpanan Terhadap Viabilitas Benih Kacang Tanah (*Arachis hypogaea L*) Varietas Takar 2," *J. Sains Agro*, vol. 7, no. 1, pp. 46–53, 2022.