



## Pengaruh Pengering Buah Coklat Terhadap Kualitas Biji

### *Effect of Cocoa Drying on Seed Quality*

Julian<sup>1\*</sup>, Fider Lumban Batu<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universitas Alwashliyah Medan

<sup>2</sup>Universitas Pembinaan Masyarakat Indonesia

Corresponding Author\*: [julianlian234@gmail.com](mailto:julianlian234@gmail.com)

#### Abstrak.

Tujuan penelitian ini Membuat alat pengering sederhana yang dapat dipakai oleh masyarakat, Merancang dan membuat alat pemanas berupa tungku sekam padi sebagai sumber energi panas. Metoda yang dilakukan pada desain dan pembuatan alat pengering ini yaitu metoda pengeringan berselang (Batch Drying), dimana proses pengeringan tidak disertai dengan pemasukkan maupun pengeluaran produk selama proses pengeringan berlangsung. Jadi bahan uji dimasukkan ke dalam sebuah ruangan (oven) yang terdiri dari beberapa rak (tray) yang disusun sedemikian rupa agar udara secara merata melewati biji kakao. Dari hasil pengujian dan analisa data yang telah dilakukan pada alat pengering jenis tray menggunakan bahan bakar sekam padi sebagai sumber panas, maka dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut: 1) Proses pengeringan dengan menggunakan biomassa sekam padi lebih dari pada dengan pengeringan biasa; 2) Temperatur maksimum pada pemanas biomassa adalah 195 0C dan temperature maksimum pada ruang pengering adalah 40 0C; 3) Temperatur pemanas biomassa akan naik apabila sekam padi yang terbakar merata sehingga dapat memanaskan semua pipa yang berada di atasnya; 4) Waktu yang diperlukan untuk pengeringan biji coklat hingga kering adalah 16 jam; 5) Kapasitas produksi 25 kg. 6) Kadar air bahan untuk kapasitas ini adalah: Kadar air awal = 60,3 % dan Kadar air akhir = 4,5 %; 7) Jumlah rak yang digunakan sebanyak 5 rak; 8) Ukuran masing-masing rak adalah 86 × 72 cm; 9) Jarak masing-masing rak 15 cm; 10) Luas celah yang digunakan adalah 0,086 (m<sup>2</sup>); 11) Tebal lapisan biji coklat 3 cm; 12) Temperatur rata-rata ruang pengeringan 35 0C; 13) Volume ruang pengering 0,70004 m<sup>3</sup>; 14) Energi panas yang dibutuhkan 5185215 kJ atau dalam bentuk daya 90021 W; 15) Energi yang dihasilkan oleh pemanas biomassa adalah 622,66 W; 16) Efisiensi ruang pengeringan 14,46 %.

**Kata Kunci : Pengering Buah; Coklat, Kualitas; Biji.**

#### Abstract

*The purpose of this study is to make a simple dryer that can be used by the community, to design and manufacture a heating device in the form of a rice husk furnace as a source of heat energy. The method used in the design and manufacture of this dryer is the intermittent drying method (Batch Drying), in which the drying process is not accompanied by the insertion or removal of products during the drying process. So the test material is put into a room (oven) which consists of several racks (trays) arranged in such a way that air evenly passes through the cocoa beans. From the test results and data analysis that has been carried out on a tray-type dryer using rice husk fuel as a heat source, the following conclusions can be obtained: 1) The drying process uses more rice husk biomass than ordinary drying; 2) The maximum temperature in the biomass heater is 195 0C and the maximum temperature in the drying chamber is 40 0C; 3) The temperature of the biomass heater will rise if the rice husk is evenly burned so that it can heat all the pipes above it; 4) The time required for drying the cocoa beans to dry is 16 hours; 5) 25 kg production capacity. 6) The moisture content of the materials for this capacity is: Initial moisture content = 60.3% and final moisture content = 4.5%; 7) The number of shelves used is 5 shelves; 8) The size of each shelf is 86 × 72 cm; 9) Distance of*



each shelf 15 cm; 10) The gap area used is 0.086 (m<sup>2</sup>); 11) Thick layer of cocoa beans 3 cm; 12) The average temperature of the drying room is 35 0C; 13) Drying room volume 0.70004 m<sup>3</sup>; 14) The required heat energy is 5185215 kJ or in the form of 90021 W power; 15) The energy generated by the biomass heater is 622.66 W; 16) Drying room efficiency 14.46%.

**Keywords: Fruit Dryer; Chocolate, Quality; Seed.**

## PENDAHULUAN

Kakao atau biji coklat yang biasa disebut telah dikenal di Indonesia sejak tahun 1560, tetapi baru menjadi komoditi yang penting sejak tahun 1951. Ekspor biji kakao di Indonesia telah menunjukkan kecenderungan meningkat dari tahun ketahun. Hal ini disebabkan kakao yang di ekspor Indonesia dikatagorikan jenis *Fine/Flavour cocoa*. Jenis biji kakao ini biasanya digunakan sebagai pencampur (*blending*) oleh Negara-negara produsen kakao olahan (Siregar, T.H.S et.al., 1990).

Saat ini masih banyak masyarakat yang masih mengandalkan pengeringan hasil panen di bawah terik matahari. Hal ini selain memerlukan tempat yang luas juga sangat tidak efisien dari segi tenaga dan waktu, terkadang sangat dipengaruhi oleh cuaca panas dan apabila musim hujan maka pengeringan tidak dapat dilakukan yang menyebabkan hasil pertanian menjadi tidak berkualitas.

Sumber energi alternatif adalah salah satu solusi untuk mengatasi masalah sumber panas. Sumber energi alternatif tersebut adalah energi biomassa. Biomassa di sini berupa: sekam padi, sekam kayu, tongkol jagung, cangkang sawit, cangkang kemiri, kayu bakar dan lainnya. Dari jenis biomassa tersebut digunakan sekam padi, hal ini dipilih untuk meningkatkan nilai tambah petani padi sehingga diharapkan terjadi aliansi dan sinergi di pedesaan. Selain itu, sekam padi tersedia cukup banyak yakni sekitar 1,36 juta ton setiap tahunnya. Pertimbangan lain, sekam padi mampu menghasilkan energi panas mencapai suhu 400<sup>o</sup> C (Prihandana, R., 2006).

Tujuan penelitian ini Membuat alat pengering sederhana yang dapat dipakai oleh masyarakat, Merancang dan membuat alat pemanas berupa tungku sekam padi sebagai sumber energi panas.

## METODE PENELITIAN

### Bahan

Dalam percobaan ini bahan yang diuji adalah biji kakao yang di dapat dari petani kakao di pedesaan. Bahan uji ini sebelumnya telah mendapat perlakuan fermentasi guna mematikan biji sehingga perubahan-perubahan di dalam biji akan mudah terjadi, seperti warna keping biji, tujuan lainnya dari fermentasi adalah melepaskan *pulp*. Biji kakao yang telah difermentasi ditunjukkan pada gambar 4.1.



Gambar 1. Biji Kakao Yang Telah Difermentasi

### Metode

Metoda yang dilakukan pada desain dan pembuatan alat pengering ini yaitu metoda pengeringan berselang (*Batch Drying*), dimana proses pengeringan tidak disertai dengan pemasukkan maupun pengeluaran produk selama proses pengeringan berlangsung. Jadi

bahan uji dimasukkan ke dalam sebuah ruangan (oven) yang terdiri dari beberapa rak (tray) yang disusun sedemikian rupa agar udara secara merata melewati biji kakao.

Ada tiga pola sirkulasi udara pengeringan terjadi pada alat pengering, yaitu:

1. Aliran searah (parallel flow), dimana arah aliran udara pengering sejajar dengan permukaan material.
2. Aliran tegak lurus (perpendicular flow), dimana arah aliran udara pengering adalah normal terhadap permukaan material, dan
3. Sirkulasi tembus (troubh circulation), dimana aliran udara pengering menembus tumpukan material.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Pengujian**

Langkah-langkah yang dilakukan pada pengujian ini adalah sebagai berikut:

1. Mempersiapkan alat pengering dan alat ukur serta bahan yang akan diuji.
2. Mempersiapkan alat sumber pemanas dan sekam padi sebagai bahan bakar.
3. Menimbang berat awal bahan uji (biji coklat).
4. Melakukan pemanasan awal pada ruang pengering sampai temperatur 51°C.
5. Setelah sampai suhu tersebut, kemudian meletakkan bahan uji di atas rak pengering lalu memasukkan bahan ke dalam ruang pengering.
6. Mencatat perubahan berat bahan dan temperatur ruang alat pengering setiap satu jam sekali sehingga didapat pengurangan berat bahan uji sekitar 0 – 4 %.

### **Peralatan**

Peralatan yang digunakan dalam pengujian ini adalah:

1. Alat pengering (oven) berkapasitas 25 kg biji coklat.
2. Alat pemanas biomassa dengan ruang bakar berkapasitas 40 kg sekam padi.
3. Adaptor bertegangan 12 V.
4. Blower.

### **Alat-alat Ukur**

Alat-alat ukur yang digunakan pada pengujian ini adalah:

1. Thermometer, digunakan untuk mengukur temperatur udara lingkungan, temperatur udara masuk ke dalam oven dan temperatur udara di ruang pengering.
2. Timbangan berkapasitas 5 kg dan 20 kg, digunakan untuk menimbang massa bahan uji dan massa sekam padi yang akan dibakar.
3. Stop wachth, digunakan untuk mengukur waktu yang diperlukan untuk pengeringan.

### **Bahan**

Adapun bahan yang digunakan dalam percobaan ini adalah:

1. Biji kakao yang telah mengalami proses fermentasi sebagai bahan uji yang akan di keringkan.
2. Sekam padi sebagai bahan bakar pada alat pemanas.

### **Data Hasil Pengujian**

Dari hasil pengujian yang dilaksanakan pada tanggal 28 Agustus 2008, didapat data-data sebagai berikut:

1. Pemanasan awal (hari pertama) dimulai pukul 11.30 dan pada hari ke dua pukul 11.00 WIB.
2. Tempetatur ruang pengering sebelum pemanasan 28 °C.
3. Pemasukkan bahan uji dimulai pukul 11.00 pada suhu ruang pengering 35 °C.
  1. Berat awal bahan uji ( $m_o$ ) = 25.000 gram.
  2. Berat akhir bahan uji ( $m_{bk}$ ) = 15.600 gram (massa bahan basis kering).
4. Data temperatur dan penurunan massa bahan uji dapat dilihat pada tabel 5.1.
5. Selesai pengujian hari pertama pukul 18.00 dan hari ke dua pukul 17.00 WIB.
6. Bahan bakar yang habis pada hari pertma selama 9 jam adalah 33 kg sekam padi.

Tabel 1. Data massa bahan, temperatur dan waktu pada hari pertama.

No	Waktu (jam)	Massa sekam padi (kg)	Temperatur lingkungan (°C)	Temperatur pemanasan (°C)	Temperatur pengeringan (°C)	Massa Bahan (gram)
1	10.30	30	29	32	28	0
2	11.00	30	30	80	35	25000
3	12.00	30	30	102	36	23400
4	13.00	30	30	83	35	23100
5	14.00	30	34	85	36	22500
6	15.00	30	30	84	37	22000
7	16.00	30	29	109	34	21600
8	17.00	30	29	195	39	20800
9	18.00	30	29	152	40	20100

Tabel 2. Data massa bahan, temperatur dan waktu pada hari ke dua.

No	Waktu (jam)	Massa sekam padi (kg)	Tempertur lingkungan (°C)	Temperatur pemanasan (°C)	Temperatur pengeringan (°C)	Massa bahan (gram)
1	11.00	20	33	109	35	19600
2	12.00	20	34	76	35	18700
3	13.00	20	34	68	35	18200
4	14.00	20	32	135	36	17600
5	15.00	20	33	157	36	17000
6	16.00	20	32	90	35	16300
7	17.00	20	31	103	35	15600

Dari data penurunan massa bahan pada setiap satu jam dapat dihitung kadarair basis basah dan basis kering dengan menggunakan rumus berikut:

1. Kadar air basis basah adalah:

$$X_{bb} = \frac{m_a}{m_{bk}} \cdot 100\%$$

Untuk massa awal bahan,  $m_o = 25000$  gr dan massa bahan kering,  $m_{tk} = 15.600$  gr.

$$m_a = 25000 - 15600 \text{ (gr)} = 9400 \text{ gr}$$

Maka:

$$X_{bb} = \frac{9400 \text{ gr}}{(15600 + 9400)} \cdot 100\% = 37,6 \%$$

2. Kadar air basis kering adalah:

$$X_{bb} = \frac{m_a}{m_{bk}} \cdot 100 = \frac{9400 \text{ gr}}{15600} \cdot 100\% = 60,3 \%$$

Data perhitungan penurunan kadar air basis basah dan kadar air basis kering pada setiap satu jam dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Kadar air basis basah dan kadar air basis kering pada hari pertama.

NO	Waktu (wib)	Massa bahan (gr)	Kadar air basis basah (%)	Kadar air basis kering (%)
1	11.00	25000	37,6	60,3
2	12.00	23400	33,4	50
3	13.00	23100	32,4	48
4	14.00	22500	30,7	44,3
5	15.00	22000	29	41
6	16.00	21600	27,8	38,5
7	17.00	20800	25	33,4
8	18.00	20100	22,4	28,9

Tabel 4. Kadar air basis basah dan kadar air basis kering pengujian hari kedua

NO	Waktu (wib)	Massa bahan (gr)	Kadar air basis basah (%)	Kadar air basis kering (%)
1	11.00	19600	20,4	25,7
2	12.00	18700	16,5	19,9
3	13.00	18200	14,3	16,7
4	14.00	17600	11,4	12,9
5	15.00	17000	8,3	8,9
6	16.00	16300	4,3	4,5

Berdasarkan data yang diperoleh dari tabel 1, 2, 3, dan 4 maka data-data tersebut dapat dibuat dalam bentuk hasil penelitian sebagai berikut:

### Kadar air basis basah dan kering

Dari hasil penelitian dapat dilihat bahwa persentase penurunan kadar air bahan uji hingga 4,5 % dengan waktu dua hari. Hal ini kurang efisien namun alat ini lebih cepat untuk pengeringan dibandingkan dengan pengeringan biasa yang hanya mencapai 37 % selama 6 hari.

### Analisa Data

#### Dimensi Ruang Pengering

Berdasarkan langkah-langkah pada perancangan, untuk menentukan dimensi ruang pengering dapat ditempuh langkah-langkah sebagai berikut:

1. Massa air awal,  $x_0 = 60,3 \%$

2. Kadar air akhir,  $x_1 = 4.5 \%$

Dari suhu ruang pengering sebelum dipanaskan  $28 \text{ }^\circ\text{C}$  dapat dicari harga entalpi dan tekanan pada tabel B. Ia.

$$\begin{aligned}h_f &= 117,44 \text{ kJ/kg} \\P &= 3,9067 \text{ kPa}\end{aligned}$$

Dari hasil penelitian psikometri, didapat kelembaban relatif,  $RH = 93\%$ . Tekanan parsial uap airdalam keadaan jenuh pada suhu ini.

$$\begin{aligned}Pa_1 &= 93 \% \times \text{Tekanan uap air untuk udara jenuh (tabel B. Ia).} \\Pa_1 &= 3,633 \text{ kPa}\end{aligned}$$

3. Rasio kelembaban udara pada keadaan ini adalah:

$$W_1 = 0,0231 \text{ (kg/kg)}$$

Suhu rata-rata ruang pengering selama pengeringan.

$$\begin{aligned}t_{db} &= 35 \text{ }^\circ\text{C} \\P &= 5,628 \text{ kPa}\end{aligned}$$

Dari hasil penelitian psikometrik,  $RH = 65 \%$

$$\begin{aligned}Pa_2 &= 65 \% \times 5,628 \text{ kPa} = 3,652 \text{ (kPa)} \\W_2 &= 0,0233 \text{ (kg/kg)}\end{aligned}$$

4. Jumlah air yang harus di uapkan:

$$\begin{aligned}m_w &= m_o \cdot (x_1 - x_2) \\m_w &= 13,95 \text{ kg}\end{aligned}$$

5. Massa udara yang diperoleh untuk pengeringan:

$$m_a = \frac{m_w}{(w_3 - w_1)} = 69750 \text{ kg}$$

6. Lama pengeringan

Dari hasil penelitian perkiraan lama pengeringan pada lapisan kakao 3 cm dan kadar air akhir 4,5 % didapat lama pengeringan sekitar 16 jam. Dengan pembalikan biji sekaligus penimbangan massa bahan pada setiap satu jam sekali.

7. Menghitung debit udara yang dibutuhkan.

$$Q = \frac{m_a \cdot v}{T}$$

Dimana:

$$v = \frac{287 \cdot (t + 273,15)}{(101,3 - Pa_2)} = 905,69 = 0,90569 \text{ m}^3/\text{kg}$$

Degan parameter yang telah diketahui di atas maka debit udara yang dibutuhkan adalah:

$$Q = \frac{69750 \cdot (0,90569)}{16} = 0,0685 \text{ m}^3/\text{jam}$$

8. Menghitung laju aliran udara yang dibutuhkan.

$$m_a = \frac{Q}{v} = 0,0756 \text{ kg/s}$$

Dari laju aliran udara di atas dapat dihitung laju aliran uap dari bahan:

$$m_w = m_a \cdot (w_3 - w_1) = 0,870912 \text{ kg/jam}$$

9. Menghitung kecepatan udara melewati bahan dapat diperoleh dengan menggunakan rumus:

$$V = \frac{Q}{A_c}$$

Luas celah (saluran) saluran udara dapat dihitung dengan menghitung luas saluran pada rak.

$$A_c = P \times L = 0,086 \text{ (m}^2\text{)}$$

Maka:

$$V = \frac{0,0685 \text{ (m}^3/\text{s)}}{0,086 \text{ (m}^2\text{)}} = 0,797 \text{ m/s}$$

Untuk pengeringan ini kecepatan udara melewati bahan diperkirakan sebesar 0,797 m/s.

10. Menghitung luas alas rak pengering.

Luas rak pengering yang dirancang untuk massa biji coklat 25000 gr (25 kg) adalah:

$$P = 86 \text{ cm} = 0,86 \text{ m}$$

$$L = 64 \text{ cm} = 0,64 \text{ m}$$

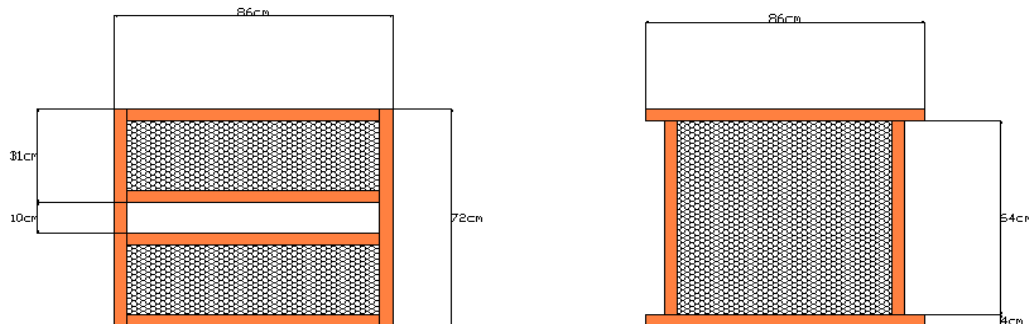
Maka:

$$A_r = P \times L \text{ (m}^2\text{)} = 0,5504 \text{ m}^2$$

Bila jumlah rak yang digunakan sebanyak, N = 5 buah dari bentuk persegi empat maka luas keseluruhan rak adalah:

$$A_r = 0,5504 \text{ m}^2 \times 5 = 2,752 \text{ m}^2$$

Untuk lebih jelas gambar rak dapat dilihat di bawah ini:



Gambar 2. Rancangan luas rak.

11. Tinggi ruang pengering.

Tinggi ruang pengering yang dirancang adalah:

$$T_p = (\text{jumlah rak} \times t_r) + (\text{jumlah celah} \times t_c)$$



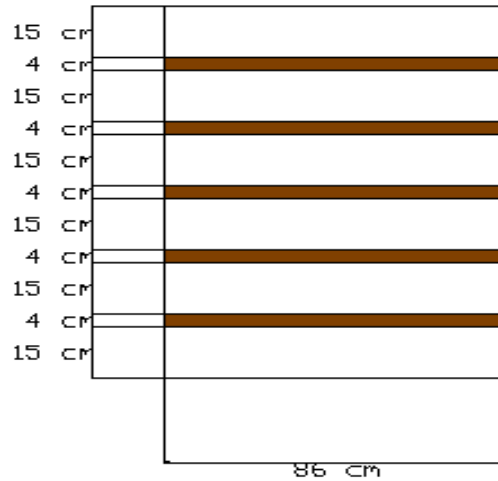
Data-data:

- Jumlah rak = 5 rak
- Tinggi rak (tr) = 4 cm = 0,04 m
- Jumlah celah = 6 celah
- tinggi celah (tc) = 15 cm = 0,15 m

Maka:

$$T_p = (5 \times 0,04m) + (6 \times 0,15) = 1,1 \text{ m}$$

Untuk lebih jelasnya berikut ini adalah gambar rancangan ruang pengering seperti terlihat di bawah ini:



Gambar 3. Rancangan tinggi ruang pengering.

## 12. Volume ruang pengering

$$V_p = A \times T_p$$

Luas alas ruang pengering:

$$A = \text{Luas rak} + \text{Luas celah} = 0,6364 \text{ m}^2$$

Sehingga:

$$V_p = 0,6364 \text{ m}^2 \times 1,1 \text{ m} = 0,70004 \text{ m}^3$$

## Energi yang dibutuhkan

Untuk menghitung jumlah energi panas yang diperlukan dapat dihitung berdasarkan pada perubahan entalpi yang terjadi pada proses pengeringan yaitu:

Dari temperatur masuk rata-rata ruang pengering 35 °C.

Dari tabel A-6. Tabel sifat-sifat udara pada tekanan atmosfer didapat:

$$C_p = 1,006032 \text{ (kJ/kg.K)}$$

Dari tabel B. Ia. Tabel entalpi penguapan bahan, didapat:

$$H_{g1} = 2565,3 \text{ kJ/kg}$$

Entalpi tingkat keadaan I.

$$t_1 = 35 + 273 = 308 \text{ K}$$

$$h_1 = t_1 \cdot C_p + w_1 \cdot h_{g1} = 369,05 \text{ (kJ/kg)}$$

Entalpi tingkat keadaan II.

$$T_{db2} = 103,75 = 104 \text{ }^\circ\text{C} = 104 + 273 = 377 \text{ K}$$

$$C_{p2} = 1,01035 \text{ (kJ/kg.K)}$$

$$hg_2 = 2682,06 \text{ (kJ/kg)}$$

Maka:

$$h_2 = t_2 \cdot C_p + w_2 \cdot hg_2 = 443,39 \text{ (kJ/kg)}$$

Jumlah energi panas yang dibutuhkan, Q adalah:

$$Q = m_a \times \Delta h = 5185215 \text{ kJ}$$

Dalam bentuk daya energi yang dibutuhkan dapat dihitung sebagai berikut:

$$Q' = \frac{Q}{t}$$

$$Q' = \frac{5185215(kJ)}{16.3600(s)} = 90021 \text{ W}$$

### Menghitung energi kalor yang dihasilkan oleh pemanas biomassa:

1. Debit udara yang dihasilkan oleh blower sebesar:

$$Q = A \cdot t \cdot n \cdot z$$

Diketahui data-data sebagai berikut:

$$D_o = 0,08 \text{ m}$$

$$d_i = 0,04 \text{ m}$$

$$n = 1000 \text{ rpm} = 105 \text{ rad/s}$$

$$z = 7$$

Luas penampang kipas efektif:

$$A = A_o - A_i$$

$$A = \frac{\pi}{4} \cdot D_o^2 - \frac{\pi}{4} \cdot d_i^2 = 0,003768 \text{ m}^2$$

Jadi:

$$Q = 0,003768 \text{ m}^2 \cdot 0,025 \text{ m} \cdot 105 \text{ rad/s} \cdot 7 = 0,069237 \text{ m}^3/\text{s}$$

2. Laju aliran massa udara dapat dihitung dengan rumus:

$$\dot{m} = \rho \cdot Q$$

$\rho = 0,12957 \text{ kg/m}^3$  (dari tabel sifat-sifat udara pada suhu 35 °C).

Maka:

$$\begin{aligned} \dot{m} &= 0,12957 \text{ kg/m}^3 \cdot 0,069237 \text{ m}^3/\text{s} \\ &= 0,00897 \text{ kg/s} \end{aligned}$$

3. Energi panas yang dihasilkan oleh pemanas biomassa adalah sebesar:

$C_{p\text{udara}} = 1,006032 \text{ (kJ/kg.K)}$  (dari tabel sifat-sifat udara pada suhu 35 °C).

$$q = \dot{m} \cdot C_p \cdot (T_1 - T_2) = 622,66 \text{ W}$$

2.6.4. Menghitung efisiensi ruang pengering

$$\eta = \frac{Q}{q} = 14,46 \%$$

## **KESIMPULAN DAN SARAN**

### **Kesimpulan**

Dari hasil pengujian dan analisa data yang telah dilakukan pada alat pengering jenis tray menggunakan bahan bakar sekam padi sebagai sumber panas, maka dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Proses pengeringan dengan menggunakan biomassa sekam padi lebih dari pada dengan pengeringan biasa.
2. Temperatur maksimum pada pemanas biomassa adalah 195 °C dan temperature maksimum pada ruang pengering adalah 40 °C.
3. Temperatur pemanas biomassa akan naik apabila sekam padi yang terbakar merata sehingga dapat memanaskan semua pipa yang berada di atasnya.
4. Waktu yang diperlukan untuk pengeringan biji coklat hingga kering adalah 16 jam.
5. Kapasitas produksi 25 kg.
6. Kadar air bahan untuk kapasitas ini adalah:
  - Kadar air awal = 60,3 %
  - Kadar air akhir = 4,5 %
7. Jumlah rak yang digunakan sebanyak 5 rak.
8. Ukuran masing-masing rak adalah 86 × 72 cm.
9. Jarak masing-masing rak 15 cm.
10. Luas celah yang digunakan adalah 0,086 (m<sup>2</sup>)
11. Tebal lapisan biji coklat 3 cm.
12. Temperatur rata-rata ruang pengeringan 35 °C.
13. Volume ruang pengering 0,70004 m<sup>3</sup>.
14. Energi panas yang dibutuhkan 5185215 kJ atau dalam bentuk daya 90021 W
15. Energi yang dihasilkan oleh pemanas biomassa adalah 622,66 W.
16. Efisiensi ruang pengeringan 14,46 %.

### **Saran**

1. Percobaan ini dikembangkan lagi dengan menggunakan solar sel yang panasnya digunakan untuk mengecaskan baterai untuk menggerakkan blower sebagai pengganti fan elektrik agar lebih efisien dan juga pembuatan alat untuk pengaturan suhu udara yang masuk ke ruang pengering.
2. Perlu dicoba dengan menggunakan bahan bakar yang berbeda seperti serbuk gerjaji atau bahan bakar lain yang mampu meningkatkan panas secara optimal.
3. Untuk mengatasi krisis energi di negara kita rasanya perlu untuk mencari sumber energi baru yang lebih efisien dan bersahabat dengan lingkungan.
4. Alat ini perlu dicoba lagi karena pengujian sebelumnya kurang efisien namun alat ini pengeringannya lebih cepat dibandingkan pengeringan dengan energi surya langsung.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Amin, Sarmidi, Silaban, Mawardi, " *Peningkatan Mutu Kakao Rakyat Dengan Alat Pengering Energi Matahari Dan Perbaikan Proses*", Iptenet, 2002.
- Holman, J. P, Jasifi, E, " *Perpindahan Kalor*", Jakarta: Erlangga, 1993.
- Kreith. Frank, Arko. Priyono, " *Prinsip-prinsip Perpindahan Panas edisi ke tiga*", Jakarta: Erlangga, 1994.

- Nainggolan, Werlin. S, “*Termodinamika*”, Bandung: Armico, 1978.
- Nasution, Amirsyam, “*Pengering Dan Penyimpanan Hasil Panen*”, Universitas Medan Area, 1997.
- Nasution, Amirsyam, “*Kaji Eksperimental Dan Teoritik Penentuan Karakteristik Pengeringan Produk Pertanian*”, Universitas Medan Area, 1998.
- Siregar, Tumpal H. S, Riyadi, Selamat, Laili Nur Aini, “*Budidaya Pengelolaan Dan Pemasaran Coklat*”, Jakarta: 1988.
- Stecker, W. F, Jones, J. W, “*Refrigerasi Dan Pengkondensasian Udara*”, Edisi ke dua, Jakarta: Erlangga, 1989.
- William.C, Reynold, Perkins, Henry. C, Filino Harahap, “*Termodinamika Teknik*”, Edisi ke dua, Jakarta: 1994.
- Khairuddin Tampubolon, Fider Lumbanbatu (2020), Analisis Penggunaan Knalpot Berbahan Komposit Untuk Mengurangi Tingkat Kebisingan Pada Motor Suzuki Satria, *Jmemme: Journal Of Mechanical Engineering, Manufactures, Materials And Energy*, 4(2), 174-182.  
From: <http://www.ojs.uma.ac.id/index.php/jmemme/article/view/4065>
- Khairruddin Tampubolon, & Koto, F. R. (2019). Analisis Perbandingan Efisiensi Kerja Mesin Bensin Pada Mobil Tahun 2000 Sampai Tahun 2005 Dan Mobil Tahun 2018 Serta Pengaruh Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Dan Cara Perawatannya Sebagai Rekomendasi Bagi Konsumen. *Jmemme: Journal Of Mechanical Engineering, Manufactures, Materials And Energy*, 3(2), 76-83.  
From [Http://Ojs.Uma.Ac.Id/Index.Php/Jmemme/Article/View/2773](http://Ojs.Uma.Ac.Id/Index.Php/Jmemme/Article/View/2773)
- Wispi Elbar, Khairuddin Tampubolon, (2020), Pengaruh Campuran Silikon Pada Aluminium Terhadap Kekerasan Dan Tingkat Keausannya, *Jmemme: Journal Of Mechanical Engineering, Manufactures, Materials And Energy*, 4(2), 183-196.  
From: <http://ojs.uma.ac.id/index.php/jmemme/article/view/4070>
- Surya Irawan, Khairuddin Tampubolon (2021); Pengaruh Unsur Fe dan Penambahan Grain Refiner Al-5TiB Terhadap Morfologi Fasa Intermetalik dan Sifat Mekanis Pada Paduan Zamak 3, *Jurnal: Journal Of Mechanical Engineering Manufactures Materials And Energy*, V.5, No.2 (hal:96-114), URL:  
<http://ojs.uma.ac.id/index.php/jmemme/article/view/4629>.