



## Analisa Perbandingan Laju Pengeringan Biji Kakao Dengan Menggunakan Energi Listrik Dan Tenaga Surya

Romson Hiras Naibaho<sup>1</sup>, Jhon Sufriadi Purba<sup>2\*</sup>, Winfrontstein Naibaho<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik dan Pengelolaan Sumberdaya Perairan, Universitas HKBP Nommensen Pematangsiantar  
romsonnaibaho29<sup>1</sup> jhonsufriadi@gmail.com<sup>2</sup> winnaibaho@gmail.com<sup>3</sup>

### Abstract

Technological and economic developments are directly proportional to the industrial sector, especially in countries that are still developing. The food industry is one of them. Chocolate is one of the growing foods industri. The research on Comparison of the Drying Rate of Cocoa Beans Using a Dryer with Electricity and Solar Energy was carried out using an experimental method, namely with electricity coming from solar panels and then with electricity from PLN. The test aims to get a comparison of the effectiveness of electrical energy against solar panels. Cocoa beans that will be tested for drying before must be fermented first. The purpose of this test is to determine the drying time in a cocoa bean dryer with electricity and solar panels. This test uses the drying method using solar panels and uses electricity. Heat transfer in this test is conduction and convection. Test results are carried out in two stages. the first stage using electrical energy with the result of drying using cocoa beans weighing 2000 grams with a 271watt heater with the highest temperature of 43.6 °C can reduce the water content by around 59% from the mass of the 2000 gram sample weight of cocoa to 812 grams. The second stage is using solar panels where the drying process is divided into 2 stages, the first 8 hours with solar power and solar panels then the next stage using the help of batteries in the afternoon until evening. This stage can produce dry cocoa beans weighing 800 grams of dry cocoa beans from 2000 grams of wet cocoa beans. Thus, it can be concluded that the best drying using electric power can produce 812 grams of dry cocoa from 2000 grams of wet cocoa.

Keywords : Cocoa, Drying, Fermentation, Cost, Photovoltaic.

### Abstrak

Perkembangan teknologi dan ekonomi berbanding lurus dengan sektor industri, terutama di negara yang masih berkembang. Industri pangan adalah salah satunya. Coklat adalah salah satu dari industri pangan yang berkembang. Penelitian tentang Perbandingan Laju Pengeringan Biji Kakao Menggunakan Mesin Pengering Dengan Energi Listrik Dan Tenaga Surya dilakukan dengan metode eksperimen yaitu dengan energi listrik yang berasal dari panel surya lalu dengan energi listrik dari PLN. Pengujian bertujuan mendapatkan perbandingan efektifitas energi listrik terhadap panel surya. Biji kakao yang akan dilakukan pengujian pengeringan sebelumnya harus difermentasikan terlebih dahulu. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui waktu pengeringan pada alat pengering biji kakao dengan energi listrik dan panel surya. Pengujian ini menggunakan metode pengeringan menggunakan panel surya dan menggunakan listrik. Perpindahan panas pada pengujian ini adalah konduksi dan konveksi. Hasil Pengujian dilakukan dengan dua tahapan. Tahapan pertama dengan menggunakan energi listrik dengan hasil pengeringan menggunakan biji kakao seberat 2000 gram dengan *heater* 271watt dengan suhu tertinggi 43,6 °C dapat mengurangi kadar air sekitar 59% dari massa berat sampel kakao 2000gram menjadi 812 gram. Tahapan kedua dengan menggunakan panel surya dimana pelaksanaan pengeringan dibagi menjadi 2 tahap, 8 jam pertama dengan tenaga matahari dan panel surya lalu tahap kemudian menggunakan bantuan baterai di sore hingga malam hari. Tahap ini dapat menghasilkan biji kakao kering dengan berat 800 gram biji kakao kering dari 2000 gram biji kakao basah. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa pengeringan yang terbaik dengan menggunakan tenaga listrik yang dapat menghasilkan kakao kering 812 gram dari kakao basah 2000 gram.

Kata Kunci: Kakao, Pengeringan, Fermentasi, Biaya, Panel Surya

### 1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi dan ekonomi berbanding lurus dengan sektor industri, terutama di negara yang masih berkembang. Industri pangan adalah salah

satunya, dimana bahan mentah menjadi bahan jadi siap saji dengan berbagai bentuk. Coklat adalah salah satu dari industri pangan yang berkembang. Hal itu

membuat bahan dasar coklat yaitu biji kakao semakin meningkat.

Kakao merupakan pohon yang berasal dari Amerika Selatan. Pohon ini memiliki tinggi yang beragam sesuai dengan usia dari pohon kakao itu sendiri, akan tetapi tinggi kakao sengaja dijaga agar tidak lebih dari 5 meter melalui peremajaan tanaman untuk memperbanyak dahan dengan harapan mampu meningkatkan produktifitas buah kakao. Dewasa ini, meskipun produktifitas kakao mampu diatasi melalui peremajaan namun mutu kakao cenderung rendah. Rendahnya mutu biji kakao disebabkan oleh pengolahan yang kurang baik terutama pada saat pengeringan [1].

Tanaman kakao merupakan tanaman berbunga dan berbuah sepanjang tahun. Tanaman kakao menghasilkan biji kakao sebagai hasil utama yang dapat diolah menjadi coklat. Kakao Indonesia mampu menyumbangkan devisa bagi negara sebesar US\$ 668 juta per tahun atau no 3 dari sektor pertanian setelah kelapa sawit dan karet. Hal ini karena kakao Indonesia juga mempunyai keunggulan yaitu memiliki titik leleh tinggi, mengandung lemak coklat dan dapat menghasilkan bubuk kakao yang baik [2].

Biji kakao yang masuk ke dalam pengeringan adalah biji kakao yang sudah terfermentasi. Kadar air biji kakao setelah dipanen masih tinggi yaitu sekitar 51-60%, sehingga memberikan peluang yang besar terjadinya kebusukan biji akibat adanya pertumbuhan mikroorganisme. Adanya pengeringan, dapat mengurangi kadar air dalam biji. Kadar air biji yang diharapkan setelah pengeringan adalah tidak lebih dari 7,5% yang bertujuan untuk memudahkan pelepasan nibs dari kulitnya, juga mencegah agar tidak ditumbuhi oleh mikroorganisme.

Dengan perkembangan teknologi, sekarang pengeringan dapat menggunakan elemen pengering listrik. Penggunaan *coil heater* dengan energi listrik sebagai pemanas di dalam ruang pemanas. Lemari ini adalah ruang pengering, dengan menggunakan pengeringan ini dapat mengurangi proses selama 4 – 8 jam. Sekarang industri yang sangat maju dapat mempercepat ekonomi.

Masalah pengolahan yang dialami para petani kakao ialah masih minimnya pengetahuan mereka tentang teknologi dalam mengolah biji kakao serta belum ada metode baku dalam memperoleh biji kakao yang kering berkualitas. Biji kakao yang digunakan dalam produk makanan adalah biji yang diperoleh dari buah tanama kakao yang melalui proses pembersihan dan pengeringan. Dalam bidang industri biji kakao banyak digunakan pada produk makanan dan minuman dengan menetapkan syarat yang ketat dalam aspek cita rasa serta keamanan pangan Melia [3].

Secara botani, sistematika tanaman kakao adalah sebagai berikut:

Divisio : Spermatophyta  
Subdivisio : Angiospermae  
Kelas : Dicotyledoneae  
Ordo : Malvales

Familia : Sterculiaceae  
Genus : Theobroma  
Spesies : Theobroma cacao L.

Jika buah diguncang, biji biasanya berbunyi. Keterlambatan ketika panen akan mengakibatkan dalam berkecambahnya biji di dalam. Buah kakao yang masak berisi lebih kurang 30-40 biji yg terbungkus kulit tebal dan lapisan lender. Tanaman kakao dapat digolongkan menjadi tiga, yaitu:

#### a. Criollo

Jenis *Criollo* menghasilkan biji kakao yang mutunya sangat baik dan dikenal sebagai kakao mulia, *Fine Cacao*, *Choiced Cacao*, *Edel Cacao*.

#### b. Forastero

Jenis *Forastero* menghasilkan biji kakao yang mutunya sedang atau *Bulk Cacao*, kakao lindak atau dikenal sebagai *Ordinary cacao*.

#### c. Trinitario

*Trinitario* merupakan campuran atau hibrida dari jenis *Criollo* dengan *Forestero* secara alami sehingga kakao jenis ini sangat heterogen. *Trinitario* yang menghasilkan biji termasuk *Fine Flavour Cocoa* dan ada yang termasuk *Bulk Cocoa*. Jenis *Trinitario* ini antara lain adalah hibrida Djati Ronggo (DR) dan *Uppertimezone hibrida* (kakao lindak). Pada dasarnya tipe kakao dibedakan atas kakao mulia dan kakao lindak [4]. Tanaman kakao dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Tanaman Kakao

## 2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode pengujian experiment yaitu mengetahui cara kinerja pengering kakao lebih lanjut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan pengeringan dengan tenaga listrik dan tenaga surya pada penggunaan oven, juga menghitung besaran beban daya juga beban *supply* dari panel surya.

### 2.1 Metode Proses Pengeringan

Proses pengeringan sering dilakukan bertujuan untuk menurunkan kadar air yang ada pada bahan, juga untuk memperlambat pertumbuhan jamur yang dapat membuat kerusakan bahan serta mejadikan kualitas produksi bahan menurun. Terdapat tiga cara proses pengeringan, yaitu:

- a. Penjemuran yang dengan cahaya matahari langsung disebuah lantai jemur membutuhkan waktu penyinaran pada saat cuaca cerah yaitu 7 hingga 8 jam per hari. Kemudian untuk mendapatkan kadar air maksimal 7,5% waktu yang dibutuhkan selama penjemuran adalah 7-9 hari.
- b. Pengeringan mekanis yang dilakukan menggunakan mesin pengering. Penggunaan mesin ini lebih baik jika dilakukan berkelompok karena pengeringan ini membutuhkan biaya investasi yang lebih besar dan pengaturan suhu pada mesin adalah 50°C - 60°C.
- c. Kombinasi atau perpaduan penjemuran dengan mekanis yang pertama dilakukan adalah penjemuran selama 1 hingga 2 hari (bergantung dengan cuaca) untuk memperoleh kadar air 20 hingga 25%. Kemudian dilanjutkan dengan pengering ke dalam mesin. Lama pengeringan yang dibutuhkan mesin dengan metode ini adalah 15 hingga 20 jam agar memperoleh kadar air maksimal yaitu 7,5%.
- d. Pada proses pengeringan akan didapatkan pengaturan suhu, kelembaban (*humidity*) serta aliran udara. Perubahan kadar air dalam bahan pangan disebabkan oleh perubahan energi dalam sistem. Untuk itu, dilakukan perhitungan terhadap neraca energi untuk mencapai keseimbangan [5].

## 2.2 Proses Pengeringan Saat Produk Basah

Disaat sebuah produk basah menjalani proses pengeringan, maka akan berlaku dua proses secara bersamaan [6] yaitu:

- a. Perpindahan panas dari lingkungan terjadi untuk menguapkan air pada permukaan bahan. Perpindahan massa seperti uap air yang terjadi pada permukaan bahan terkait dari temperatur udara pada lingkungan, kelembaban, kecepatan aliran udara, luas bidang kontak, tekanan udara dan sifat fisik produk.
- b. Perpindahan air yang terjadi dari dalam bahan ke permukaan bahan kemudian mengalami proses penguapan sama halnya dengan proses pertama. Dimana perpindahan air dari dalam bahan dipengaruhi oleh sifat fisik bahan, temperatur dan distribusi kandungan air di dalam bahan. Kandungan kadar air yang berada dalam bahan terbagi atas dua cara, yaitu basis basah dan basis kering. Kadar air basis basah ialah perbandingan massa air 10 pada bahan dengan massa total bahan.

Laju perpindahan massa selama proses pengeringan ini dikendalikan oleh perpindahan internal bahan. Periode laju pengeringan meliputi dua proses yaitu perpindahan air dari dalam bahan ke permukaan dan perpindahan uap air dari permukaan ke udara sekitar. Laju pengeringan dihitung dengan menggunakan persamaan 3 [4].

## 2.3 Parameter yang Diukur Saat Pengeringan

Untuk mendapatkan kualitas pengeringan yang baik dan bagus, terdapat tiga parameter yang akan dikontrol saat pengeringan berlangsung, seperti kecepatan aliran udara, temperature udara pengering dan kelembaban relatif udara [7].

### 1. Kecepatan Aliran Udara

Jika kecepatan aliran udara tinggi maka akan mempercepat waktu pengeringan. Kecepatan aliran udara yang usulkan dalam melaksanakan proses pengeringan adalah 1,5–2,0 m/s. Selain itu, terdapat pula arah aliran udara yang memiliki posisi penting saat proses pengeringan. Dimana arah aliran udara pengering lebih baik searah dengan bahan dibandingkan saat arah tegak lurus dengan bahan.

### 2. Suhu Udara

Pada umumnya, suhu udara yang tinggi dapat mempercepat proses pengeringan. Jika suhu udara pengering tinggi maka energi panas yang dibawa ke udara semakin besar sehingga mengakibatkan proses pindah panas semakin cepat dan perpindahan massa juga terjadi dengan cepat, selanjutnya air yang keluar dari bahan akan semakin banyak yang dikeringkan dengan menyerupai 12 uap air. Uap air tersebut harus dikeluarkan, karena jika tidak uap air tersebut akan memenuhi atmosfer di sekeliling permukaan bahan sehingga memperlambat proses pindah massa selanjutnya.

### 3. Kelembaban Relatif, RH

Pengeringan terjadi saat kelembaban rendah, supaya meningkatkan kecepatan difusi air. Kelembaban relatif rendah berada pada ruang pengering akan terjadi apabila sirkulasi udara pengering berlangsung baik dari dalam menuju luar ruang pengering, hingga uap air yang didapatkan sesudah kontak sama bahan langsung dibuang melalui udara lingkungan. Temperatur pengeringan yang terlalu tinggi akan menyebabkan terjadinya kerusakan pada permukaan biji (*case hardening*), perpindahan partikel air di dalam biji menjadi sulit dan berakibat pada penurunan mutu biji kakao yang dikeringkan [8].

## 2.4 Prosedur Penelitian

### a. Studi Literatur

Pada penelitian ini dilakukan adanya studi literatur tentang perakitan panel surya, perakitan alat pengering kakao. Langkah ini dilakukan di awal agar memahami teori dasar menganalisis laju pengeringan. Adapun literatur dari buku, internet, jurnal ilmiah.

### b. Persiapan Bahan dan Alat

Pada tahap ini diperlukan alat dan bahan yang harus di siapakan dalam membangun alat pengering kakao. Hal ini dilakukan untuk dimulainya proses penelitian [9].

### c. Perhitungan Dimensi Alat Pengering Kakao

Pada tahap ini dilakukan perhitungan dimensi untuk desain alat pengering kakao sehingga dapat waktu pengeringan yang lebih optimal, dengan

memperhitungkan lebar panel surya dan daya output dari panel [10].

d. Proses Pengeringan Kakao

Setelah tahap perhitungan dimensi dan alat sudah jadi dan dapat digunakan, sekarang proses pengeringan kakao seperti yang ditunjukkan dalam proses penelitian. Proses pengeringan untuk penelitian ini dilakukan dengan dua cara, yaitu dengan menggunakan tenaga panel surya dan dengan tenaga listrik untuk perbandingan laju pengeringan.

e. Proses Pengujian Data

Dilakukan beberapa kali pengujian dengan parameter teknik yaitu per 60 menit dalam jangka waktu 18 jam, ini dilakukan juga untuk pengambilan data dan analisis uji kinerja pengering kakao. Penggunaan listrik dan panel surya dilakukan berganti untuk menguji laju pengeringan biji kakao.

2.5 Rumus Perhitungan

a. Perhitungan Luas Penampang Panel Surya

Perhitungan luas penampang sell surya dilakukan dengan rumus  $A = \text{panjang panel} \times \text{lebar panel}$ , seperti persamaan 1 [6].

$$A = P \times L \quad (1)$$

Keterangan:

P = Panjang panel surya

L = Lebar panel surya

b. Perhitungan Daya Yang Diterima (Daya Input)

Perhitungan daya yang diterima (daya input) dilakukan perhitungan dengan rumus  $P_{in} = \text{intensitas radiasi matahari} \times \text{luas penampang panel surya}$ , seperti persamaan 2.

$$P_{in} = I_r \times A \quad (2)$$

Keterangan:

$P_{in}$  = Daya input akibat arradiance matahari (watt)

$I_r$  = Intensitas radiasi matahari (Watt/m<sup>2</sup>)

A = Luas area permukaan panel (m<sup>2</sup>)

c. Menentukan Beban Total Dalam Watt Hour (Wh).

$$EB = \text{daya} \times \text{lama Penggunaan PLTS}$$

Keterangan:

EB = Beban total

d. Beban Sistem Yang Disuplai

$$EA = 33,3 \% \times EB$$

Keterangan:

EA = Beban sistem

EB = Beban total

e. Perhitungan Daya Output Inverter

Perhitungan daya output inverter adalah inverter yang dipakai kapasitasnya sama dengan daya output modul surya. Maka perhitungannya sama dengan daya output modul surya.

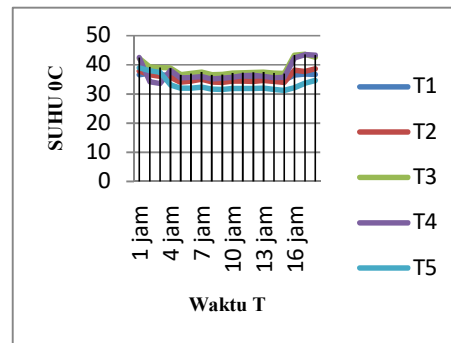
3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Pengujian Kakao Memakai 6 Heater dengan Daya 271-Watt Menggunakan Energi Listrik

Pada pengeringan dilakukan pengujian sebanyak 1 tahap menggunakan biji kakao seberat 2000gram dengan heater 271watt dengan temperatur rata-rata 32°C-42°C. Berdasarkan hasil penelitian suhu tertinggi 43,6°C dapat mengurangi kadar air sekitar 59% dari massa berat sampel kakao 2000gram menjadi 812 gram. Hasil dari pengujian pengeringan kakao dengan 6 heater dapat dilihat pada Tabel 1 dan Gambar 2.

Tabel 1. Pengujian dengan 6 Heater Menggunakan Energi Listrik

NO	Waktu pengeringan	Berat Biji	Suhu					Energi Terpakai Watt Terendah	Listrik Watt Tertinggi
			T1	T2	T3	T4	T5		
1	60 menit	1.934 gram	36.6°C	37.8 °C	42.1°C	42.4°C	38.9°C	261.8	280.4
2	120 menit	1.868 gram	37.1°C	36.6°C	39.2°C	34.2°C	37.9°C	261.8	281.9
3	180 menit	1.802 gram	36.5°C	36.0°C	39.0°C	33.6°C	37.4°C	257.1	281.9
4	240 menit	1.736 gram	36.2°C	35.7°C	38.8°C	38.1°C	33.0°C	257.1	286.6
5	300 menit	1.670 gram	34.8°C	34.0°C	36.5°C	35.4°C	31.9°C	257.1	286.6
6	360 menit	1.604 gram	35.3°C	34.4°C	37.0°C	35.6°C	31.9°C	257.1	286.6
7	420 menit	1.538 gram	35.9°C	35.0°C	37.5°C	35.9°C	32.3°C	257.1	288.1
8	480 menit	1.472 gram	35.0°C	34.1°C	36.5°C	35.1°C	31.6°C	257.1	288.1
9	540 menit	1.406 gram	34.9°C	33.9°C	36.7°C	35.3°C	31.5°C	257.1	291.2
10	600 menit	1.340 gram	35.3°C	34.4°C	37.2°C	35.7°C	31.8°C	257.1	291.2
11	660 menit	1.274 gram	35.5°C	34.4°C	37.3°C	36.2°C	31.8°C	257.1	294.3
12	720 menit	1.208 gram	35.3°C	34.3°C	37.4°C	36.3°C	31.8°C	257.1	297.4
13	780 menit	1.142 gram	35.6°C	34.6°C	37.5°C	36.0°C	31.9°C	257.1	297.4
14	840 menit	1.076 gram	35.4°C	34.3°C	37.2°C	35.5°C	31.5°C	257.1	302.1
15	900 menit	1.010 gram	34.7°C	34.0°C	37.0°C	35.7°C	31.2°C	257.1	302.6
16	960 menit	944 gram	36.4°C	38.1°C	43.2°C	42.3°C	32.1°C	257.1	303.6
17	1.020 menit	878 gram	36.8°C	37.7°C	43.6°C	43.5°C	33.7°C	257.1	306.7
18	1.080 menit	812 gram	36.7°C	38.6°C	42.5°C	43.3°C	34.6°C	257.1	308.3



Gambar 2. Grafik Suhu Terhadap Waktu Hasil Pengujian kakao dengan 6 Heater dengan Daya 271 Watt Menggunakan Energi Listrik

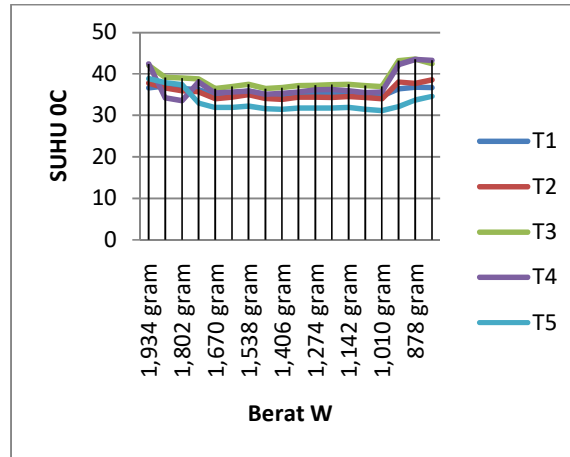
Pada Gambar 2 suhu paling rendah di T1 adalah 34,0 °C pada waktu 5 jam, dan suhu tertinggi di T1 adalah 36,9°C pada waktu 17 jam.

Pada Grafik di atas suhu paling rendah di T2 adalah 33,9°C pada waktu 9 jam, dan suhu tertinggi di T2 adalah 39,9°C pada waktu 10 jam.

Pada Grafik di atas suhu paling rendah di T3 adalah 30,8°C pada waktu 4 jam, dan suhu tertinggi di T3 adalah 43,6°C pada waktu 17 jam.

Pada Grafik di atas suhu paling rendah di T4 adalah 33,6<sup>o</sup>C pada waktu 3 jam, dan suhu tertinggi di T4 adalah 43,5<sup>o</sup> C pada waktu 17 jam.

Pada Grafik di atas suhu paling rendah di T5 adalah 31,0<sup>o</sup>C pada waktu 11 jam, dan suhu tertinggi di T5 adalah 38,9<sup>o</sup> C pada waktu 1 jam.



Gambar 3. Grafik Berat Terhadap Suhu Hasil Pengujian Kakao Dengan 6 Heater Dengan Daya 271 Watt Menggunakan Energi Listrik

Pada Gambar 3 suhu paling rendah di T1 adalah 34,0<sup>o</sup>C pada berat 1.670 gram, dan suhu tertinggi di T1 adalah 36,9<sup>o</sup>C pada berat 878 gram.

Pada Gambar 3 suhu paling rendah di T2 adalah 33,9<sup>o</sup>C pada berat 1.406 gram, dan suhu tertinggi di T2 adalah 39,9<sup>o</sup>C pada berat 1.279 gram.

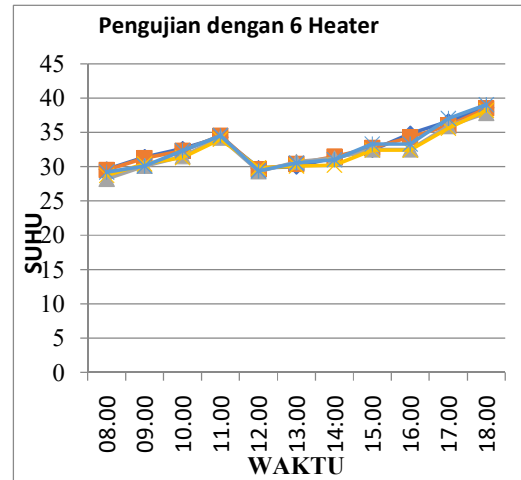
Pada Gambar 3 suhu paling rendah di T3 adalah 30,8<sup>o</sup>C pada berat 1.736 gram, dan suhu tertinggi di T3 adalah 43,6<sup>o</sup>C pada berat 876 gram.

Pada Gambar 3 suhu paling rendah di T4 adalah 33,6<sup>o</sup>C pada berat 1.802 gram, dan suhu tertinggi di T4 adalah 43,5<sup>o</sup>C pada berat 878 gram.

Pada Gambar 3 suhu paling rendah di T5 adalah 31,0<sup>o</sup>C pada berat 1.279 gram, dan suhu tertinggi di T5 adalah 38,9<sup>o</sup>C pada berat 1.934 gram.

Tabel 2. Pengujian dengan 6 Heater Menggunakan Tenaga Panel Surya

No	Waktu	Berat biji	Suhu				
			T1	T2	T3	T4	T5
1	08:00	1.937 gram	29.6	29.5	28.2	28.7	29.2
2	09:00	1.874 gram	31.4	31.2	30.1	30.4	30.1
3	10:00	1.811 gram	32.6	32.3	31.5	31.3	32.3
4	11:00	1.748 gram	34.3	34.5	34.2	34.0	34,5
5	12:00	1.685 gram	29.8	29.6	29.3	29.8	29.4
6	13:00	1.622 gram	30.0	30.4	30.7	30.1	30.5
7	14:00	1.559 gram	31.3	31.5	31.2	30.2	31.0
8	15:00	1.496 gram	32.4	32.7	32.5	32.4	33.3
9	16:00	1.432 gram	34,8	34.3	34.6	34.8	35.1
10	17:00	1.370 gram	36,6	36	35,9	35,6	37
11	18:00	1.307 gram	38,6	38,5	37,8	38,2	39.5



Gambar 5. Grafik Waktu Terhadap Suhu Pengujian dengan 6 Heater Menggunakan Tenaga Surya

Pada Gambar 5 didapatkan suhu tertinggi adalah 39,5<sup>o</sup>C pada T5 dan suhu terendah adalah 28,2<sup>o</sup>C pada T3.

Pengujian menggunakan 6 buah thermostat yaitu T1, T2, T3, T4, T5 yang diletakkan di tiap 5 titik. Thermostat diletakkan di atas rak pengering.

Pengujian ini mengurangi kadar air hingga 60%, 2000gram biji kakao basah menjadi 800gram biji kakao kering.

Pada Tabel 2 pengujian dilakukan selama 19 jam, dilakukan selama 2 hari karena memerlukan energi matahari sebagai energi pemanas pada panel surya dan menunjukkan pengujian dilakukan pada hari kedua dimulai jam 08.00 pagi sampai jam 15.00 sore harinya, dengan mendapatkan biji kakao kering sempurna.

### Efisiensi Laju Pengeringan

Laju pengeringan menggunakan listrik yang ditunjukkan pada persamaan 3.

$$LP = \frac{KAa - KAb}{t} \quad (3)$$

LP = Laju Pengeringan (%/jam)  
 (I) = Kadar air awal bahan (%)  
 (f) = Kadar air akhir bahan (%)  
 t = Lama pengeringan (jam)

$$\frac{59\% - 7,5\%}{18} = 2,8\% / \text{Jam}$$

Didapatkan hasil dari laju pengeringan penelitian dengan 6 heater adalah sebesar 2.8 % tiap jamnya. Pengeringan menggunakan listrik menghabiskan waktu 18 jam hingga biji kakao kering, proses dilakukan di laboratorium pada tanggal 19 oktober 2022 pukul 07.00 hingga 03.00 di tanggal 20 oktober 2022.

Laju pengeringan menggunakan tenaga surya pada persamaan 4.

$$LP = \frac{KAa-KAb}{t} \quad (4)$$

LP = Laju Pengeringan (%/jam)  
(I) = Kadar air awal bahan (%)  
(f) = Kadar air akhir bahan (%)  
t = Lama pengeringan (jam)

$$\frac{60\% - 7.5\%}{19} = 2,7\% / \text{Jam}$$

Didapatkan hasil dari laju pengeringan penelitian dengan 6 heater adalah sebesar 2.7 % tiap jam nya.

#### 4. Kesimpulan

Pengujian dengan menggunakan tenaga panel surya dan menggunakan energi listrik mendapatkan kesimpulan sebagai berikut:

- Pengujian pertama dilakukan menggunakan panel surya yang membutuhkan 2 hari. Waktu pengeringan selama 19 jam pada tanggal 17-18 oktober 2022, selanjutnya pengeringan kedua dilakukan selama 18 jam pada tanggal 19 oktober 2022. Pengujian pertama mendapatkan hasil kakao kering seberat 800gram, pengujian kedua mendapatkan kakao kering dengan hasil 812 gram.
- Pembuatan alat pengering dengan menggunakan panel surya membutuhkan biaya Rp.5000.000, baterai yang tahan digunakan selama 1 tahun untuk pergantian berikutnya sebesar Rp 750.000. Konsumsi energi listrik selama 1 tahun untuk pengeringan Rp 2.374.000, ditambah dengan biaya pembuatan alat pengering sebesar Rp. 4.250.000 (pengurangan untuk biaya panel surya dan baterai. Untuk biaya menggunakan energi listrik dan

pembuatan alat pengering selama 1 tahun adalah Rp 6.624.000

- Panel surya dapat bertahan lama hingga 10-15 tahun tanpa pergantian, baterai dapat bertahan selama 1 tahun tanpa pergantian. Hal ini membuat menggunakan tenaga panel surya jauh lebih irit 2 kali lipat dibandingkan menggunakan energi listrik.

#### 5. Daftar Rujukan

- Asari, A., & Nursani, D. (2016). *Rekayasa mesin pengering hybrid tipe rak untuk pengeringan biji kakao*. Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi Pertanian. Banjarbaru, 20.
- AZMI, F. (2017). *Pengaruh Humidity Dan Waktu Pengeringan Terhadap Laju Pengeringan Buah Apel (Malus domestica) Menggunakan Alat Pengering Oven (The effect of humidity and drying time on the rate of drying apples (malus domestica) using oven dryer)*. undip.
- Baihaqi, A., Hamid, A. H., Romano, R., & Yulianda, A. (2014). *Analisis rantai nilai dan nilai tambah kakao petani di Kecamatan Paya Bakong dan Geurudong Pase Kabupaten Aceh Utara*. Jurnal Agrisep, 15(2), 28-35.
- Erlangga, F. A. G., & Hariyanto, N. (2022). *PLTS Untuk Pengering Biji Kopi Berkapasitas 1 kg*. FTI.
- Gultom, S. S. T., Ambarita, H., Gultom, M. S., & Napitupulu, F. H. (2019). *Rancang Bangun Dan Pengujian Pengering Biji Kopi Tenaga Listrik Dengan Pemanfaatan Energi Surya*. DINAMIS, 7(4), 10.
- Hartuti, S., Juanda, J., & Khatir, R. (2020). *Upaya Peningkatan Kualitas Biji Kakao (Theobroma Cacao L.) Melalui Tahap Penanganan Pascapanen (Ulasan)*. Jurnal Industri Hasil Perkebunan, 15(2), 38-52.
- Nurmayani, W. (2020). *Ekstrak Tanaman Putri Malu (Mimosa pudica) sebagai Penghambat Aflatoksin pada Jagung Pipilan Selama Masa Penyimpanan*. Universitas Hasanuddin.
- Purwoto, B. H., Jatmiko, J., Fadilah, M. A., & Huda, I. F. (2018). *Efisiensi Penggunaan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Alternatif*. Emitor: Jurnal Teknik Elektro, 18(1), 10-14.
- Riau, B. P. T. P. (n.d.). *Penanganan Pascapanen Kakao Yang Baik (Good Handling Practices)*.
- Utami Hatmi, R., & Rustijarno, S. (2012). *Teknologi pengolahan biji kakao menuju SNI biji kakao 01-2323-2008*. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Yogyakarta.