

## Kaji Sistem pengering Kakao dengan Menggunakan Energi Hybrid (Energi Matahari dan Bahan Bakar Gas)

**Ahmad Syuhada, Ratna Sary, Farid Isnan**

*Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala  
Jl. Tgk. Syech Abdurrauf No. 7 Darussalam – Banda Aceh 23111, Indonesia  
e-mail:Farid.isnan20@gmail.com*

### Abstract

Cocoa one of the agricultural commodity which grow well that in Aceh and could producing the fruit for the rest of the year. In 2017, the wide of productive area reached 98,233 hectares (HA). The result of the crop was capable attained 32,403 tons/year. However, due to Aceh has climate tropical, when the dry season came, the drying process was still could on processing but when rainy season came, the drying process will be hampered and if the weather was still not sunny probaly it could make the fungus appeared. The aim of the research was to get the more optimal drying system so that it could be used when it was dry or rainy. The research described about drying system with 3 drying methods that is solar collector dryer, combustion dryer and hybrid dryer. From the result which conducted on 16 kg using a solar collector, the drying time was 25 hours with total energy used was 23.491,01 Kj. On the trial used hybrid energy, the drying time was 19 hours which total energy used was 160.636,19 Kj. On the trial used combustion energy, the drying time reached 14 hour with total energy used was 184.546,58 kj. in concluions that hybrid energy could get the best result in colour, kakao aromatic that more scents, no fungus, and the the seed could not break so that it reach I SNI quality.

**Keywords:** Cocoa, Cocoa production, drier, Solar collector, Fuel

### 1. Pendahuluan

Aceh merupakan provinsi di ujung barat Indonesia yang memiliki kekayaan sumber daya alam yang melimpah. Beragam komoditas pertanian tumbuh subur salah satunya adalah tanaman kakao. Pada tahun 2017 khususnya di Aceh, tanaman kakao memiliki luas area lahan produktif mencapai 98.233 hektar (HA). Dimana 98.159 ha merupakan perkebunan kakao yang di kelola oleh rakyat dan 74 ha perkebunan kakao yang dikelola oleh swasta dengan total hasil produksi sekitar 32.403 ton pertahunnya [1]

Pada umumnya petani kakao di Aceh melakukan pengeringan masih sangat tradisonal dimana penjemuran di lakukan di atas aspal jalan, di atas goni dengan memanfaatkan energi matahari. Proses pengeringan ini membutuhkan waktu 5 - 7 hari untuk dapat menurunkan kadar air yang mencapai 7-8% dari biji kakao [2] dan Saat cuaca berawan, waktu penjemuran mencapai 12 - 14 hari sehingga menyebabkan tumbuhnya jamur di permukaan biji [3]

Tanaman kakao merupakan jenis tanaman yang dapat berbuah sepanjang tahun. Namun dengan iklim di Indonesia yang tropis, dimana terdapat dua musim yaitu musim kemarau dan hujan. Ketika musim kemarau proses pengeringan masih dapat berlangsung, akan tetapi ketika musim hujan proses pengeringan kakao akan terganggu dan apabila cuaca tidak kunjung cerah maka dapat menyebabkan kehadiran jamur sehingga dapat merusak aroma serta rasanya juga akan ikut rusak.

Pemanfaatan energi matahari sebagai proses pengeringan akan lebih efektif apabila menggunakan kolektor surya karena dengan memanfaatkan kolektor surya temperatur pengeringan dapat ditingkatkan hingga 70 - 80 °C [4]. Namun apabila kondisi alam tidak memberikan energi matahari yang bagus (mendung ataupun hujan) maka proses pengeringan dapat digantikan dengan pengeringan bahan bakar (gas atau kayu).

Pengeringan kakao basah menjadi kering ini dapat digantikan menggunakan teknologi pengering dengan pendistribusian temperatur yang merata dan waktu yang lebih singkat. Sehingga proses pengeringan ini akan lebih baik bila menggunakan pengeringan hybrid (kolektor surya dan bahan bakar gas) karena peralatan pengering ini dapat digunakan diwaktu panas maupun hujan.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan sistem pengeringan biji kakao yang lebih optimal (waktu dan kualitas) sehingga dapat digunakan dicuaca panas maupun hujan karena menggunakan 3 metode pengeringan. diharapkan mampu menjadi solusi untuk meningkatkan produksi dan mutu biji kakao dengan waktu pengeringan yang lebih singkat. Meningkatnya mutu dari biji kakao diharapkan mampu meningkatkan harga jual agar dapat membantu perekonomian masyarakat khususnya bagi petani kakao Aceh.

Dalam penelitian sebelumnya [5] dijelaskan untuk mengeringkan kakao dengan sebesar 6 kg membutuhkan waktu 18 jam [5]. Selanjutnya dari hasil penelitian [6] penambahan preheater pada kolektor surya dapat meningkatkan temperatur keluar

kolektor sampai 19 °C. Selanjutnya penelitian pengaruh perbandingan variasi kolektor surya tipe plat datar terhadap distribusi temperatur. Dari hasil yang didapatkan distribusi temperatur tertinggi terjadi pada variasi d penambahan panjang dari dimensi luas penampang trapesium, temperatur udara yang dihasilkan sebesar 75°C [7].

## 2. Dasar Teori

### 2.1 Kakao

Tanaman kakao (*Theobroma cacao L.*) berasal dari hutan-hutan tropis Amerika Tengah dan di Amerika Selatan bagian utara. Suku Indian Maya dan suku Aztec (*Aztec*) merupakan penduduk pertama yang mengusahakan kakao sebagai bahan makanan dan minuman. Pada saat kakao di panen kadar airnya berkisar antara 55- 60% [3]. Standar mutu kakao Indonesia tercantum didalam standar Nasional Indonesia SNI 01- 2323 - 2000 yang ditetapkan oleh Dewan Standarisasi Nasional (DSN) bahwa kakao dengan mutu yang baik yaitu kadar air berkisar 7%. Dalam proses pengeringan kakao temperatur pengeringan kakao tidak lebih 65-70 °C [8].

Tabel 1. Standart Nasional Biji Kakao (SNI 01 - 2323 -2000)

No.	Karakteristik	Mutu I	Mutu II	Sub Standar
1	Jumlah biji/100 gr	**	**	**
2	Kadar air, %(b/b) maks	7,5	7,5	>7,5
3	Berjamur, %(b/b) maks	3	4	>4
4	Tak Terfermentasi %(b/b)	3	8	>8
5	Berserangga,hampa, Berkecambah %(b/b)	3	6	>6
6	Biji pecah, % (b/b) maks	3	3	3
7	Benda asing % (b/b)	0	0	0
8	Kemasan kg_netto/karung	62,5	62,5	62,5

Tabel 2. Spesifikasi Standar Kualitas Nasional (SNI)

Grade	Kadar air	Kotoran	Biji/100 gr	Jamur
Grade AA	6 - 7 %	0 %	Max. 85	1 - 2 %
Grade A	7 - 8 %	2 %	85 - 100	-
Grade B	7,5 %	2,5 %	101 - 110	4 %
Grade C	8 - 9 %	3 - 4 %	111 - 120	4 % +
Ditolak	10 % +	5 % +	120 +	5 - 6 %

### 2.2 Kolektor Surya

Kolektor surya merupakan suatu alat yang dibutuhkan untuk mengubah energi radiasi cahaya matahari melalui pengkonversian sehingga menghasilkan panas dan digunakan sebagai media pengering. Bentuk kolektor surya adalah persegi

panjang yang memiliki kemampuan untuk menerima intensitas radiasi energi cahaya matahari sehingga pemanfaatan energi sebagai pengering diharapkan lebih efektif. Dari percobaan yang telah dilakukan posisi kolektor surya menghasilkan panas efisiensi yang optimal dengan menempatkan kolektor 15° terhadap permukaan tanah [9].

### 2.3 Proses Pengeringan

Pengeringan merupakan proses menghilangkan/menurunkan kadar air dari suatu bahan hingga mencapai kadar air tertentu. Dasar proses pengeringan adalah terjadinya penguapan air bahan ke udara karena perbedaan kandungan uap air antara udara dengan bahan yang dikeringkan. Agar suatu bahan dapat menjadi kering, maka udara harus memiliki kandungan uap air atau kelembaban yang lebih rendah dari bahan yang akan dikeringkan [10]

Pengeringan merupakan suatu metode untuk mengeluarkan atau menghilangkan sebagian kadar air dari suatu bahan dengan menggunakan udara panas sehingga tingkat kadar air kesetimbangan dengan kondisi udara normal. Faktor-faktor utama yang mempengaruhi kecepatan pengeringan sebagai berikut : Sifat fisik dan kimia dari bahan bentuk, ukuran, komposisi, kadar air [11].

### 2.4 Perpindahan Panas

Perpindahan panas merupakan perpindahan energi dari satu daerah ke daerah lainnya akibat adanya perbedaan temperatur (gradient suhu). Ketika sebuah fluida dengan temperatur tertentu mengalir melalui sebuah permukaan yang temperturnya berbeda, maka panas akan dipindahkan dari daerah yang satu ke yang lain [12].

### 2.5 Termodinamika Proses Pengeringan

Dalam proses pengeringan, energi panas sangat dibutuhkan sebagai pengurangan kadar air yang ada pada bahan yang akan dikeringkan. Pada pengeringan kakao, proses termodinamika yang terjadi adalah pemberian energi panas pada kakao yang akan dikeringkan, sehingga energi panas yang diterima kakao akan mengurangi kandungan air didalam kakao. Besarnya energi yang digunakan dalam proses pengeringan dapat dihitung dengan persamaan:

$$Q_{\text{pengeringan}} = M_n \cdot L_h \quad (1)$$

Ket:

$M_n$  = Berat kakao setelah dikeringkan (kg)

$L_h$  = panas laten pada temperatur (kj/kg)

Untuk pengeringan biji kakao dengan energi yang berasal dari proses pembakaran maka dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$Q_{\text{Pembakaran}} = W_f \cdot L_{HV} \quad (2)$$

Ket:

$W_f$  = Konsumsi bahan bakar (kg)

LHV = Low Heating Value (kj/kg)

Maka dari persamaan-persamaan diatas energi total yang digunakan untuk mengeringkan biji kakao basah dapat dihitung dengan persamaan:

$$Q_{total} = Q_{pengeringan} + Q_{pembakaran} \quad (3)$$

$Q_{total}$  = Jumlah panas keseluruhan selama alat pengering beroperasi (kj/kg)

$Q_{pengeringan}$  = Energi panas untuk menaikkan temperatur pengeringan (kj/kg)

$Q_{pembakaran}$  = Energi panas dari temperature pembakaran (kj/kg)

### 2.6 Penentuan Kadar Air

Menurut Brooker, et al. [13] salah satu faktor yang mempengaruhi kecepatan proses pengeringan adalah jumlah kadar air dalam suatu bahan. Semakin tinggi jumlah kadar air dalam suatu bahan maka semakin banyak energi yang di butuhkan untuk proses pengeringan. Persamaan untuk menentukan kadar air menurut [14].

$$KA(bb) = \frac{W_b - W_k}{W_b} \times 100\% \quad (4)$$

Ket:

KA(bb) = kadar air bahan berdasarkan bahan basah (wet basis) (%)

$W_b$  = berat bahan basah sebelum pengeringan (kg)

$W_k$  = berat bahan kering setelah pengeringan (kg)

### 3. Metodologi

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengurangan kadar air yang terjadi pada kakao terhadap waktu pengeringan dan mendapatkan mutu yang baik pada biji kakao dengan kadar air berkisar 7-8% sesuai SNI kakao dengan menggunakan 3 metode pengeringan, yaitu pengeringan kolektor surya, pengeringan bahan bakar dan pengeringan hybrid

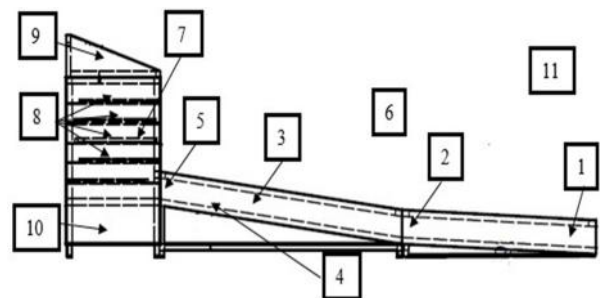
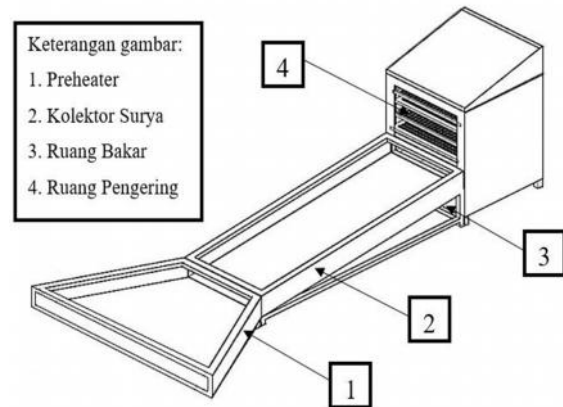
#### 3.1 Alat dan Bahan

Peralatan pengujian yang digunakan dalam penelitian ini adalah yaitu:

- Alat Pengering kolektor surya Tipe Rak
- Gas LPG 12 Kg
- Alat ukur waktu (Stopwatch)
- Alat ukur suhu (Thermocouple NiCr-Ni, 500°C max)

- Alat ukur kelembaban (Humidity meter)
- Alat ukur massa (Timbangan manual dan digital)
- Alat ukur Intensitas cahaya matahari (Lux meter)

#### 3.2 Alat Pengering



Ket:

- 1.  $T_{In P}$  = Temperatur udara masuk preheater
- 2.  $T_{Out P}$  = Temperatur udara keluar preheater
- 3.  $T_{udara Kolektor}$  = Temperatur udara yang mengalir di dalam kolektor surya
- 4.  $T_{Asb}$  = Temperatur Absorber di dalam kolektor surya
- 5.  $T_{Out Kolektor}$  = Temperatur keluar kolektor menuju ruang pengering
- 6.  $T_{Amb}$  = Temperatur lingkungan
- 7. RH = Kelembaban udara dalam ruang pengering
- 8.  $T_{RP}$  = Temperatur rata-rata di dalam rak pengering
- 9.  $T_{Out RP}$  = Temperatur keluar dari ruang pengering
- 10.  $T_{RB}$  = Temperatur Ruang Bakar
- 11. Intensitas matahari = Intensitas dari cahaya matahari

Gambar 1. Alat Pengering

Pengering yang digunakan pada pengeringan biji kakao merupakan alat pengering kolektor surya tipe plat datar dengan penambahan preheater yang digabung dengan lemari pengering tipe rak (*cabinet dryer*). Dengan kapasitas pengeringan yaitu 100 kg.

#### 4. Proses Pengambilan Data

Proses pengambilan data dalam penelitian ini:

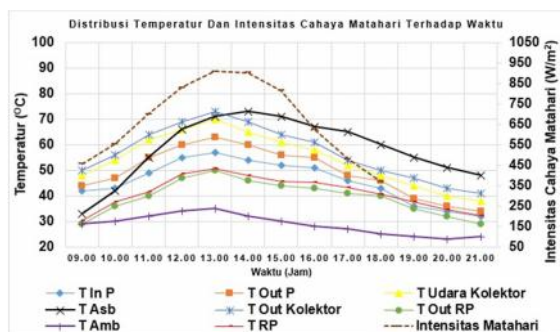
- Sebelum dilakukannya penelitian, dilakukan pengujian alat pengering tanpa beban/ hal ini dilakukan untuk memastikan alat pengering berjalan dengan baik sebelum dilakukannya pengujian kakao.
- Setelah alat pengering dipastikan dapat digunakan, masukan biji kakao yang akan dikeringkan dengan masing- masing rak 4000 gram.
- Biji kakao yang dikeringkan menggunakan 3 metode pengeringan yaitu, pengeringan kolektor surya, pengeringan bahan bakar dan pengeringan hybrid.
- Kemudian pengambilan data dimulai pada waktu setiap 60 menit sekali.
- Selanjutnya kakao yang sudah di keringkan, ditimbang beratnya untuk mengetahui jumlah kadar air yang berkurang

#### 5. Hasil dan Pembahasan

##### 5.1 Distribusi Temperatur Pengujian

##### 5.1.1 Distribusi temperatur kolektor surya

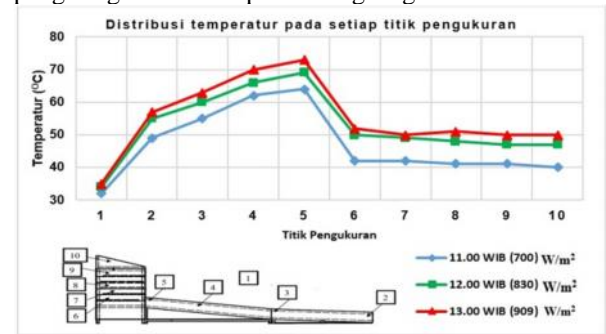
Distribusi temperatur pada alat pengering kolektor surya dengan memanfaatkan energi matahari dengan waktu pengeringan 25 jam.



Gambar 1. Distribusi Temperatur alat Pengering kolektor surya hari pertama

Pada Gambar 1. Dijelaskan bahwa Intensitas matahari sangat mempengaruhi temperatur. Semakin tinggi intensitas cahaya matahari maka temperatur di dalam alat pengering juga akan semakin meningkat.. Pada pukul 15.00 WIB terjadi penurunan intensitas matahari hal ini disebabkan

karena faktor cuaca yang mulai berawan sehingga turunnya intensitas matahari akan menyebabkan temperatur di dalam kolektor surya juga ikut menurun. Akan tetapi menurunnya intensitas matahari tidak terlalu mempengaruhi temperatur *absorber* hal ini karena kemampuan absorber yang dapat menyerap, menyimpan dan melepaskan panas kembali sehingga ketika energi matahari sudah tidak ada lagi proses pengeringan masih dapat berlangsung.

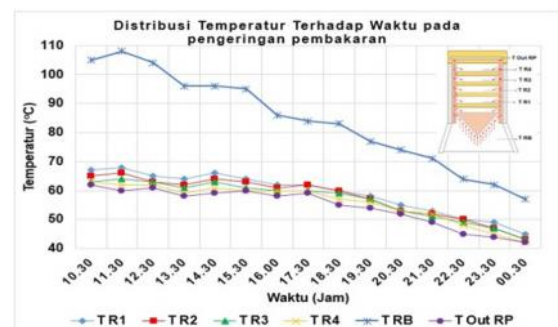


Gambar 2. Distribusi Temperatur alat Pengering kolektor surya hari pertama

Pada Gambar 2 dijelaskan bahwa pada pukul 13.00 WIB distribusi temperatur terjadi paling tinggi, hal ini disebabkan karena pengaruh intensitas matahari sangat tinggi dibandingkan pada pukul 11.00 dan 12.00 WIB. Dijelaskan juga ketika temperatur udara keluar kolektor masuk kedalam ruang pengering, temperatur udara pengering mengalami penurunan di dalam ruang pengering, hal ini disebabkan karena kadar air yang terdapat di dalam biji kakao basah masih sangat tinggi sehingga mampu menurunkan temperatur 20 - 25 °C, pada proses pengeringan hari selanjutnya temperatur udara keluar kolektor masih mengalami penurunan di dalam ruang pengering akan tetapi penurunan temperatur tidak terlalu besar di karena kadar air yang terdapat di dalam biji kakao semakin lama semakin berkurang, penurunan temperatur berkisar 5 - 15 °C.

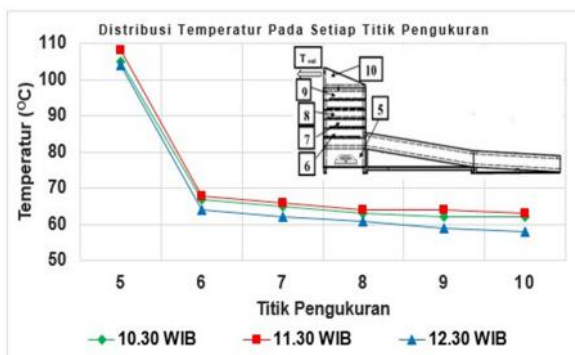
##### 5.1.2 Distribusi temperatur pengering pembakaran

Distribusi temperatur pada ruang pengering dengan memanfaatkan energi pembakaran dari gas LPG dengan waktu pengeringan 14 jam.



Gambar 3. Distribusi Temperatur pengering bahan bakar Gas LPG

Pada Gambar 3. dijelaskan untuk mendapatkan distribusi temperatur yang tepat untuk pengeringan kakao dimana menurut [8] suhu pengering yang tepat pada kakao berkisar antara 65-70 °C maka dibutuhkan energi pembakaran yang cukup besar dengan temperatur ruang bakar berkisar antara 100-105 °C. Hal ini disebabkan karena kadar air yang tersimpan dalam biji kakao masih sangat tinggi sehingga mampu menurunkan temperatur ketika masuk ke ruang pengering. Selanjutnya setiap 3 jam sekali temperatur di ruang pembakaran di turunkan perlahan. Hal ini dilakukan untuk menghindari pengeringan yang terlalu cepat sehingga dapat merusak bahan.

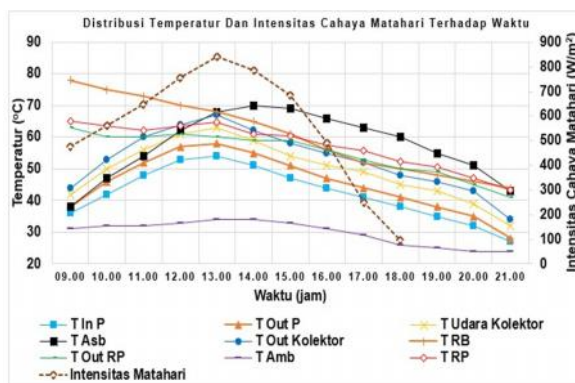


Gambar 4. Distribusi Temperatur setiap titik pengukuran pada proses pengeringan pembakaran

Pada Gambar 4. dijelaskan bahwa terjadi penurunan temperatur yang berasal dari ruang bakar menuju ruang pengering hal ini disebabkan karena kadar air yang tersimpan dalam biji kakao masih sangat tinggi sehingga mampu menurunkan temperatur.

### 5.1.3 Distribusi temperatur pengeringan hybrid

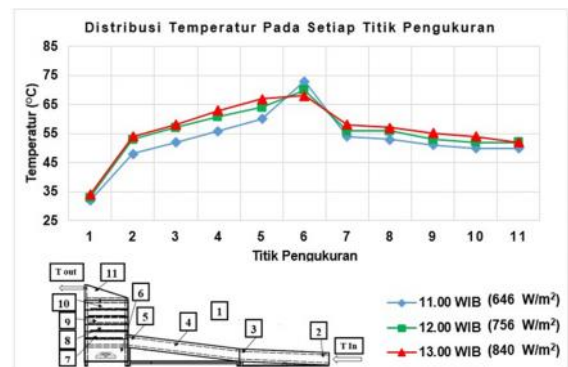
Distribusi temperatur pada ruang pengering dengan memanfaatkan energy hybrid dengan waktu pengeringan 15 jam.



Gambar 5. Distribusi Temperatur Pengering Hybrid hari pertama

Pada Gambar 5. Dijelaskan bahwa Intensitas matahari sangat mempengaruhi temperatur. Semakin

tinggi intensitas cahaya matahari maka temperatur di dalam alat pengering juga akan semakin meningkat. Pada pukul 15.00 WIB terjadi penurunan intensitas matahari hal ini disebabkan karena faktor cuaca yang mulai berawan sehingga turunnya intensitas matahari akan menyebabkan temperatur di dalam kolektor surya juga ikut menurun. Akan tetapi menurunnya intensitas matahari tidak terlalu mempengaruhi temperatur *absorber* hal ini karena kemampuan absorber yang dapat menyerap, menyimpan dan melepaskan panas kembali sehingga ketika energi matahari sudah tidak ada lagi proses pengeringan masih dapat berlangsung.

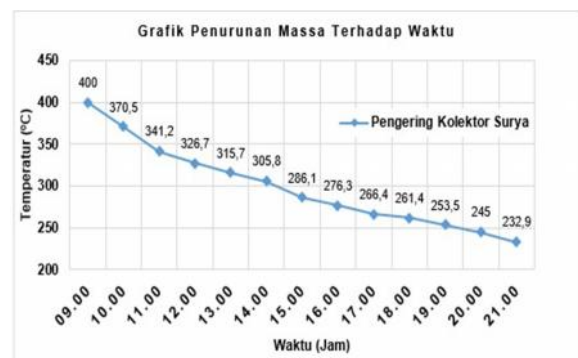


Gambar 6. Distribusi Temperatur setiap titik pengukuran pada proses pengeringan hybrid

Pada Gambar 6 dijelaskan bahwa pada pukul 13.00 WIB distribusi temperatur terjadi paling tinggi, hal ini disebabkan karena pengaruh intensitas matahari sangat tinggi dibandingkan pada pukul 11.00 dan 12.00 WIB. Dalam hal ini kadar air yang terkandung dalam biji kakao masih sangat tinggi dan kapasitas pengeringan yang besar mengakibatkan energi yang berasal dari kolektor surya memerlukan energi tambahan yang berasal dari energi pembakaran untuk meningkatkan temperatur di dalam ruang pengering.

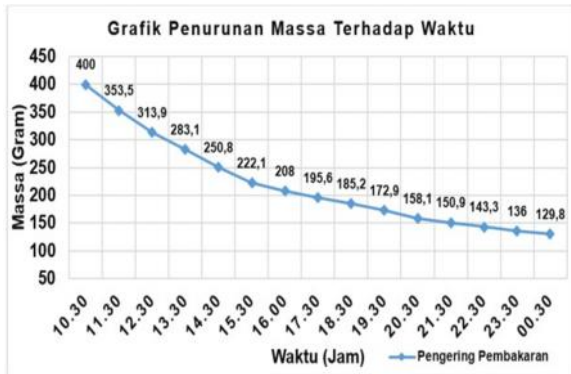
### 5.2 Penurunan Massa Kakao

Hasil penurunan massa kakao pada 3 metode pengeringan.



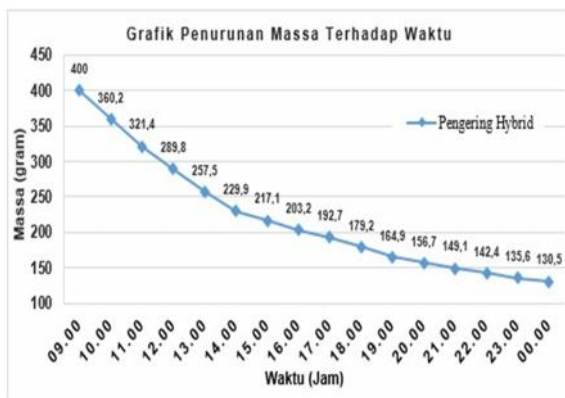
Gambar 7. Penurunan massa pada pengeringan kolektor surya hari pertama

Pada Gambar 7. Penurunan massa kakao yang terjadi pada pukul 09.00 – 15.00 WIB lebih cepat menurun, hal ini disebabkan karena kadar air yang terkandung dalam biji kakao masih terlalu besar. Sehingga udara panas yang masuk kedalam biji kakao akan lebih cepat menguap dan menurunkan massa kakao. pada pengeringan selanjutnya penurunan massa bahan pada biji kakao berjalan lebih lambat .Hal ini karena kadar air di dalam biji kakao semakin lama semakin sedikit



Gambar 8. Penurunan massa pada pengeringan pembakaran gas LPG

Pada Gambar 8. Penurunan masaa yang cepat terjadi pada 5 jam awal pengeringan hal ini diakibatkan udara panas yang masuk ke dalam bahan lebih cepat menguapkan dan berpindah ke permukaan sehingga massa kakao lebih cepat menurun. Selanjutnya penurunan massa terjadi secara perlahan dan lambat karena kadar air pada biji kakao semakin berkurang.

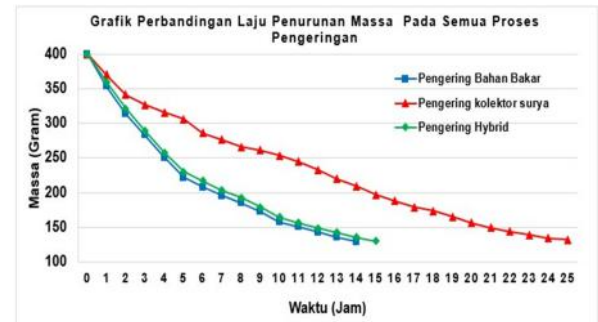


Gambar 9. Penurunan massa pada pengeringan hybrid hari pertama

Pada Gambar 9. Penurunan masaa terjadi pada pukul 09.00 – 14.00 WIB terjadi begitu cepat hal ini diakibatkan udara panas yang masuk ke dalam bahan lebih cepat menguapkan dan berpindah ke permukaan akibat kadar air di dalam biji kakao yang masih sangat tinggi, sehingga massa kakao lebih cepat menurun. Selanjutnya penurunan massa terjadi secara perlahan dan lambat karena kadar air pada biji kakao semakin berkurang.

### 5.3 Perbandingan Penurunan Massa pada 3 Metode Pengeringan

Perbandingan penurunan massa biji kakao dapat dilihat dari Gambar 10.



Gambar 10. Penurunan massa pada 3 sistem pengeringan

Pada Gambar 10 dijelaskan perbedaan penurunan metode pengeringan terhadap waktu pengeringan. jelaskan bahwa untuk menurunkan massa biji kakao sampai mencapai kadar air 7-8 % dengan menggunakan 3 metode pengeringan. Penurunan massa bahan paling cepat terjadi pada proses pengeringan menggunakan energi pembakaran yang berasal dari gas LPG dengan waktu pengeringan berkisar 14 jam. Sedangkan pengeringan dengan energi hybrid yang memanfaatkan energi matahari dengan menggunakan kolektor surya digabung dengan bahan bakar waktu yang dibutuhkan berkisar 15 jam. Sedangkan pengeringan dengan menggunakan alat pengering kolektor surya membutuhkan waktu sampai 25 jam pengeringan.

## 6. Hasil Penelitian

Hasil dari pengeringan biji kakao menggunakan alat pengering kolektor surya dengan 3 metode pengeringan



Gambar 11. Pengeringan kolektor surya

Hasil pengeringan ini sudah cukup baik dimana kadar air yang terkandung sudah sesuai SNI biji kakao, dimana kadar air sudah mencapai 7-8 %, biji tidak mudah pecah, tidak ada kotoran, dan pada tabel 2.3. yang menyatakan bahwa untuk kategori grade A pada biji kakao, berat maksimum setiap 85-100 biji kakao adalah 100 gram. Dari segi warna pengeringan kolektor surya sedikit lebih pudar dibandingkan dengan pengering pembakaran dan pengering hybrid.



Gambar 12. Pengerian Pembakaran

Hasil pengeringan ini sudah sangat baik dimana kadar air yang terkandung sudah sesuai SNI biji kakao, kadar air sudah mencapai 7-8 %, biji tidak mudah pecah, tidak ada kotoran, tidak berjamur, tidak ada serangga, warna kakao yang coklat keemasan dan ketika kakao dibelah untuk dilihat bagian isi dalam kakao terlihat bahwa biji kakao sudah sangat kering.



Gambar 12. Pengerian Hybrid

Hasil pengeringan ini sudah sangat baik dimana kadar air yang terkandung sudah sesuai SNI biji kakao, kadar air sudah mencapai 7-8 %, biji tidak mudah pecah, tidak ada kotoran, tidak berjamur, tidak ada serangga, warna kakao yang coklat keemasan dan ketika kakao dibelah untuk dilihat bagian isi dalam kakao terlihat bahwa biji kakao sudah sangat kering.

## 7. Kesimpulan

Dari hasil pengolahan data dan pembahasan hasil pengujian yang dilakukan maka, penulis dapat mengambil beberapa kesimpulan sebagaimana yang tersebut di bawah ini:

1. Pengeringan biji kakao menggunakan alat pengering didapatkan distribusi temperatur yang merata pada setiap sistem pengeringan, kebersihan dan ke higienisan dari biji kakao terjaga.
2. Hasil penelitian yang telah dilakukan pada pengujian sebesar 16 kg, menggunakan kolektor surya waktu pengeringan 25 jam dengan energi pengeringan yang digunakan sebesar 23.491,01 Kj, Pada pengujian menggunakan energi hybrid waktu pengeringan yang dibutuhkan 15 jam dengan energi pengeringan sebesar 160.636,19 Kj dan pada pengujian menggunakan energi pembakaran dengan waktu pengeringan 14 jam

dengan energi pengeringan sebesar 184.546,58 Kj.

3. Pada ketiga metode pengeringan di dapatkan kadar air yang sesuai dengan standart SNI yaitu 7-8 %.
4. Pada pengeringan hybrid hasil pengeringan yang diperoleh lebih baik dari segi warna, aroma yang lebih wangi, kakao tidak berjamur dan biji tidak pecah sehingga mencapai mutu I SNI dan penggunaan energi pembakaran lebih hemat .

## 8. Daftar Pustaka

- [1] Ditjenbun, 2017. Kakao, Statistik Perkebunan Indonesia, Direktorat Jenderal Perkebunan, Jakarta
- [2] Sidabariba, N.W., Rohanah A., dan Daulay B.S. 2015. Uji Variasi Suhu Pengeringan Biji Kakao dengan Alat Pengering Tipe Kabinet Terhadap Mutu Bubuk Kakao. Medan.
- [3] Ahmad Asari dan Daragantina Nursani. 2016. Rekayasa Mesin Pengering Hybrid Tipe Rak untuk Pengeringan Biji Kakao. Banjarbaru: *Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi Pertanian*
- [4] Ahmad Syuhada. 2018. Study of Heat Transfer Characteristics on Sharp Turn Channels for Solar Collectors. Banda Aceh. Universitas Syiah Kuala
- [5] Misswar abd. 2016. kaji karakteristik peralatan pengering hybrid (energi surya dan gas) untuk pengering kakao. Banda Aceh: Universitas Syiah kuala
- [6] Eri Eka Putra. 2018. Analisa Sistem Penambahan Kolektor Surya Sebagai Penyuplai Panas pada Sistem Pengering Ikan. Banda Aceh: Universitas Syiah kuala
- [7] Kurniawan. 2018. pengaruh perbandingan variasi kolektor surya tipe plat datar terhadap distribusi temperatur. Banda Aceh: Universitas Syiah kuala
- [8] Nourman Wilson Sidabariba, Ainun Rohanah, Saipul Bahri Daulay. 2015. Uji Variasi Suhu Pengeringan Biji Kakao dengan Alat Pengering Tipe Kabinet terhadap Mutu Bubuk Kakao. Medan: Universitas Sumatra Utara
- [9] Wilis Galuh Renggani, Santosa Irfan. 2014. Variasi Sudut Kemiringan kolektor Surya Solar Water Heater. *Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains & teknologi (SNAST)*, ISSN: 1979-911X
- [10] Treybal, Robert E.1981. "Mass Transfer Operations", 3th edition, Mc Graw Hill, Inc, New york.

- [11] Buckle, K.A, R.A. Edward, G.H. Fleet, dan M Wooton. 1985. *Ilmu Pangan*. UI-Press. Jakarta
- [12] Muhammad Ichsan. 2018. Kaji karakteristik pengeringan cengkeh menggunakan energi bahan bakar gas. Banda Aceh: Universitas Syiah Kuala
- [13] Brooker, D.B., F.W. Bakker., and C.W. Arkema. 1974. *Drying Cereal Grains*. West Port. USA: The A VI Publishing Co. Inc.
- [14] Winarno, F.G. 1993. *Pengantar Teknologi Bahan*, PT. Gramedia, Jakarta.