

# ANALISA ALAT PENGERING BIJI COKELAT DENGAN BAHAN BAKAR SEKAM PADI

## TUGAS AKHIR

**Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan  
Untuk Memperoleh gelar Sarjana Teknik**

Oleh :

**PURNOMO SIDI DWIATMAZI**

**NIM 06 813 0015**



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
MEDAN**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

**2011**

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 13/9/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

## ABSTRAK

*Purnomo Sidi Dwi Atmazi / 06 813 0015 / 2011 / Analisa Pengering Biji Cokelat Dengan Menggunakan Bahan Bakar Sekam padi. Kelemahan pengering secara tradisional yang selama ini di praktekkan adalah proses pengeringan yang tidak dapat berlangsung saat intensitas radiasi surya rendah, kurang terjaganya kebersihan dan membutuhkan waktu sampai 9 jam proses pengeringan.*

*Alat pengering ini dirancang untuk membantu para petani mendapatkan hasil panen yang optimal dengan tidak membutuhkan waktu yang banyak, hanya dengan 4 1/2 jam biji cokelat dapat dikeringkan tanpa terpengaruh oleh faktor cuaca.*

*Proses pengeringan terjadi dalam ruang pengering dengan temperatur maksimum 66 °C, udara panas dihasilkan oleh pembakaran sekam padi pada ruang bakar dengan temperatur maksimum 102 °C yang kemudian dialirkan dalam ruang pengering. Adapun jumlah produk yang dapat dikeringkan dalam ruang pengering ini adalah 3 kg biji cokelat, kadar air awal biji cokelat 100 % , biji cokelat kering dengan kadar air akhir 4 %.*



## **ABSTRAK**

*Purnomo Sidi Dwi Atmazi / 06 813 0015 / 2011 / Chocolate Seed Drying Analysis Using Rice Husk Fuel. The weakness of the traditional dryer that had been in practice is the drying process can not take place during low solar radiation intensity, lack of cleanliness maintained and takes up to 9 hours of the drying process.*

*These dryers are designed to help farmers obtain the optimal harvest time by not requiring that much, just with 4 1 / 2 hour brown seeds can be dried without affected by weather factors.*

*Drying process occurred in the drying chamber with a maximum temperature of 66 0C, the heat produced by burning rice husk in the combustion chamber with a maximum temperature of 102 0C and then poured in a drying chamber. The number of products that can be dried in the drying chamber is 3 kg of brown seeds, initial moisture content of 100% cocoa beans, cocoa beans dried in the final moisture content of 4%.*

## DAFTAR ISI

### Halaman

### ABSTRAK

**KATA PENGANTAR**.....i

**DAFTAR ISI**.....iii

### BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang.....1

1.2. Batasan Masalah.....2

1.3. Perumusan Masalah.....2

1.4. Tujuan Penelitian.....3

1.5. Manfaat Penelitian.....3

### BAB II LANDASAN TEORI

2.1. Alat pengering di Indonesia.....4

2.2. Biomassa.....6

2.3. Perpindahan Kalor Konveksi.....6

2.4. Kadar Air Bahan.....9

2.4.1. Kadar Air Basah.....10

2.4.2. Kadar Air Keseimbangan.....11

2.4.3. Prinsip Penguapan.....12

2.5. Defenisi Pengering.....18

UNIVERSITAS MEDAN AREA  
2.6. Mekanisme Proses Pengeringan.....19

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 13/9/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)13/9/23

2.7.	Pengaruh Pada Proses Pengeringan.....	20
2.8.	Efisiensi Pengeringan.....	21
2.9.	Kerangka pemikiran.....	22
2.10.	Hipotesa.....	23

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

3.1.	Objek Penelitian.....	24
3.2.	Metode dan Desain Alat.....	24
3.2.1.	Untuk Menentukan Dimensi Pengering.....	26
3.2.2.	Menghitung Kebutuhan Udara Panas.....	26
3.2.3.	Pemilihan Blower.....	27
3.2.4.	Pemilihan Isolasi Pengering.....	27
3.3.	Teknik Pengambilan Sampel.....	28
3.4.	Teknik Pengambilan Data.....	28
3.5.	Variabel Penelitian.....	28
3.6.	Alat Ukur Penelitian.....	32
3.7.	Cara Menganalisa.....	33

### **BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA DATA**

4.1.	Pengujian.....	34
4.2.	Bahan.....	34
4.3.	Data Hasil Penelitian.....	34
4.4.	Analisa Data.....	40

## **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1. Kesimpulan.....	50
5.2. Saran.....	51

## **DAFTAR PUSTAKA**



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Dalam upaya meningkatkan kualitas hasil panen biji coklat agar didapat kualitas yang bermutu tinggi, perlu dilakukan perbaikan secara menyeluruh dimulai dari pembibitan, penyediaan lahan, penanaman, perawatan tanaman, pemanenan dan pengolahan pasca panen. Pada saat setelah dipanen biji coklat harus dikeringkan terlebih dahulu untuk menurunkan kadar air yang masih terkandung didalamnya yang kemudian diolah lebih lanjut sesuai dengan kebutuhan manusia, proses pengeringan sangat menentukan kualitas hasil panen, karena apabila tidak segera dikeringkan dikhawatirkan hasil pertanian tersebut akan mengalami pembusukan yang berdampak akan merugikan para petani.

Pengeringan biji coklat yang dilakukan petani coklat pada saat ini masih banyak yang mengandalkan sinar matahari, hal ini selaiian memerlukan tempat yang luas juga sangat tidak efisien dari segi tenaga, waktu, dan cuaca yang apabila tiba-tiba hujan maka hasil panen yang dijemur akan kembali mengandung air sehingga dapat menurunkan kualitasnya. Oleh karena itu penulis menganalisa alat pengering biji coklat dengan menggunakan sekam padi sebagai penghasil panas yang dapat menghemat waktu dan tidak pengaruh dengan cuaca. Jadi alat pengering biji coklat dengan menggunakan sekam padi sebagai penghasil panas ini lebih efisien bila dibandingkan dengan pengeringan menggunakan sinar matahari.

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 13/9/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area  
Access From (repository.uma.ac.id)13/9/23

## 1.2. Batasan Masalah

Batasan masalah yang akan dibahas dalam Tugas Sarjana ini adalah:

- A. Perancangan ini membahas tentang ruang pengering dan tungku pembakaran.
- B. Bahan uji yang dikeringkan adalah cokelat.
- C. Sebagai sumber energi panas atau bahan bakar digunakan sekam padi yang dibakar dalam tungku pembakaran.

## 1.3. Perumusan Masalah

Kendala yang dihadapi petani cokelat pada saat pengeringan hasil panen mereka adalah pada saat musim hujan, bila hasil panen mereka tidak dikeringkan dengan baik dikhawatirkan dapat menyebabkan pertumbuhan jamur yang mengandung zat-zat beracun, hal ini akan menurunkan kualitas dan harga jual dari biji cokelat tersebut yang secara langsung merugikan para petani sekaligus merugikan kesehatan manusia yang mengkonsumsi hasil panen ini.

Untuk mengatasi kendala yang dihadapi para petani cokelat diatas adalah dengan menggunakan alat pengering cokelat yang menggunakan sekam padi sebagai penghasil panas, jadi para petani cokelat dapat mengeringkan hasil panen mereka kapan saja karena alat ini tidak pengaruh oleh cuaca dan dapat dipakai dimana saja karena alat ini mudah dipindahkan.

#### 1.4. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian pengeringan biji coklat dengan menggunakan bahan bakar sekam padi sebagai penghasil panas ini adalah:

- A. memanfaatkan sekam padi sebagai hasil panas guna mengeringkan biji coklat.
- B. Pengeringan biji coklat dengan alat ini bisa memakan waktu lebih singkat dari pada pengeringan dengan sinar matahari.
- C. Para petani coklat dapat mengeringkan hasil panen mereka kapan saja tanpa terpengaruh oleh faktor cuaca.

#### 1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

- A. Menambah informasi dan pengetahuan penulis dalam merencanakan alat pengering biji coklat dengan menggunakan bahan bakar sekam padi sebagai penghasil panas.
- B. Untuk disidangkan dalam Sidang Sarjana guna memperoleh gelar Strata Satu pada Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Medan Area.

## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### 2.1. Alat Pengering di Indonesia

Pada prinsipnya pengeringan bertujuan untuk menurunkan kadar air dari suatu produk pertanian sehingga memenuhi rencana penggunaan selanjutnya, mengurangi kadar air bahan sampai batas tertentu dimana perkembangan mikroorganisme dan enzim yang menyebabkan pembusukan terhambat atau terhenti, sehingga bahan akan dapat disimpan lebih lama.

Pengeringan merupakan kegiatan yang penting artinya dalam pengawetan bahan maupun industri pengolahan hasil pertanian, dalam melakukan pengeringan, faktor udara dan iklim tempat pengolahan akan mempengaruhi waktu pengeringan. Tujuan pengeringan hasil pertanian adalah :

1. Agar hasil panen tidak membusuk dan dapat disimpan lebih lama
2. Mendapatkan kualitas hasil pertanian yang lebih baik
3. Menghemat biaya pengangkutan.

Pengeringan dengan buatan dapat menggunakan udara dipanaskan, udara yang dipanaskan tersebut dialirkan ke bahan yang akan dikeringkan dengan menggunakan alat penghembus fan. Pengeringan dengan menggunakan alat mekanis (pengeringan buatan) yang menggunakan tambahan panas memberikan

beberapa keuntungan diantaranya tidak tergantung cuaca, kapasitas pengeringan

dapat dipilih sesuai dengan yang diperlukan, tidak memerlukan tempat yang luas, serta kondisi pengeringan dapat dikontrol. Pengeringan mekanis ini memerlukan energi untuk memanaskan alat pengering, mengimbangi radiasi panas yang keluar dari alat, memanaskan bahan, menguapkan air bahan serta menggerakkan udara.

Seperti halnya pada produksi biji cokelat Indonesia yang secara signifikan terus meningkat, namun mutu yang dihasilkan umumnya masih rendah dan beragam, khususnya yang dihasilkan oleh petani perkebunan rakyat. Oleh karena itu teknologi pengolahan cokelat pada tingkat petani perlu dikembangkan agar mampu menghasilkan biji cokelat bermutu tinggi secara berkelanjutan. Salah satu upayanya adalah melalui penerapan alat dan mesin hasil rekayasa terkini untuk dikembangkan pada usaha agribisnis perkebunan rakyat.



Gambar 2.1. Mesin pengering dan fermentasi biji cokelat dengan menggunakan tenaga surya atau limbah cokelat.

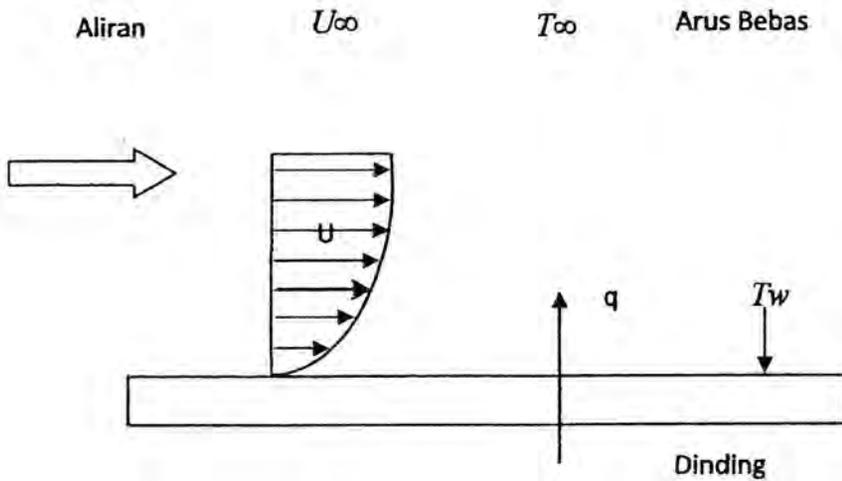
Pusat Penelitian Cokelat telah menghasilkan alat dan mesin tepat guna untuk pengolahan Kopi dan Cokelat, seperti dapat dilihat pada gambar 2.1. Hasil rekayasa tersebut harganya relatif lebih murah bila dibandingkan dengan alat sejenis produksi luar negeri dan juga lebih efisien, mampu mencapai mutu produk sesuai dengan tuntutan pasar.

## 2.2. Biomassa

Biomassa adalah organik yang dihasilkan dari tumbuh-tumbuhan, baik tumbuh-tumbuhan di darat maupun yang tumbuh-tumbuhan air. Dalam hal ini termasuk hasil hutan dan limbahnya, tumbuhan yang khusus ditanam untuk diambil energinya diladang-ladang energi dan kotoran hewan. Biomassa juga merupakan salah satu sumber energi yang penting yang dapat diperbaharui. Disamping itu juga termasuk energi terbarukan yang sedang diteliti untuk dipersiapkan menjadi energi alternatif pengganti bahan bakar fosil.

## 2.3. Perpindahan Kalor Konveksi

Perpindahan kalor (heat transfer) ialah ilmu untuk meramalkan laju perpindahan energi karena perbedaan suhu diantara benda atau material. Energi yang pindah itu dinamakan kalor atau panas.



Gambar 2.2. Perpindahan kalor konveksi dari suatu plat.

Seperti terlihat pada gambar (2.2) dimana suhu plat  $T_w$ , dan suhu fluida adalah  $T_{\infty}$ . Kecepatan aliran pada muka plat adalah nol. Oleh karena kecepatan lapisan fluida pada dinding adalah nol, maka disini kalor hanya dapat berpindah secara menyeluruh. Dalam hal ini digunakan hukum Newton tentang pendinginan :

$$q = h \cdot A (T_w - T_{\infty}) \text{ (Watt)}$$

Dimana:

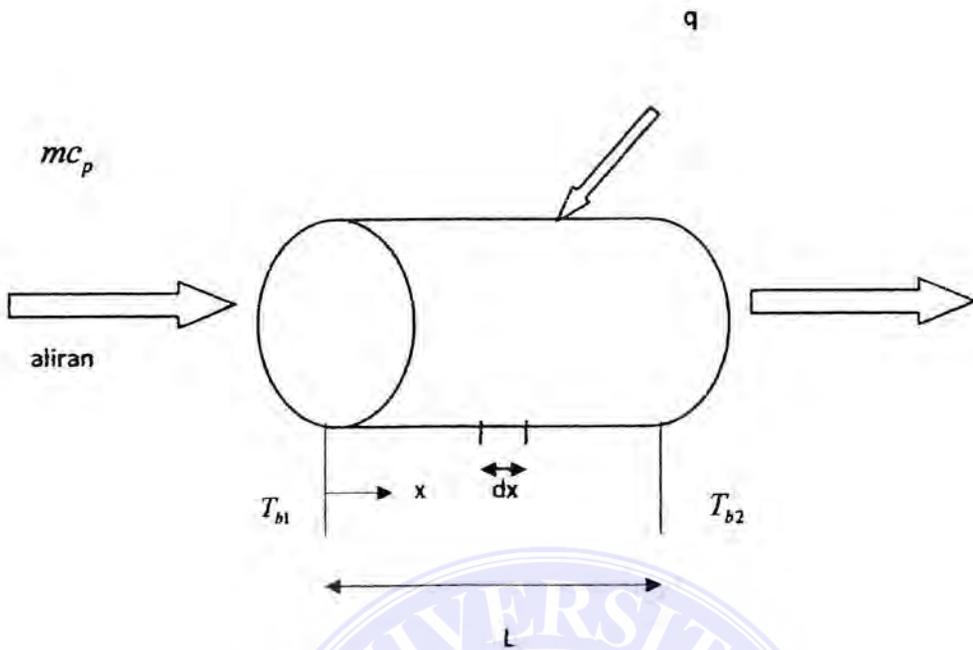
$q$  = Laju perpindahan kalor konveksi (Watt)

$h$  = Koefisiensi perpindahan kalor konveksi ( $\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$ )

$A$  = Luas permukaan ( $\text{m}^2$ )

$T_w$  = Temperatur dinding (K)

$T_{\infty}$  = Temperatur fluida (K)



Gambar, 2.3. Perpindahan kalor total.

Untuk aliran dalam pipa seperti pada gambar 2.3 energi yang ditambahkan dapat dinyatakan dengan :

$$q = mc_p (T_{b2} - T_{b1}) \tag{2.2}$$

dengan syarat  $c_p$  sepanjang aliran cukup tetap. Kalor  $q$  yang ditambahkan dalam panjang diferensial  $dx$  dapat dinyatakan dengan beda suhu borongan atau koefisien perpindahan kalor.

$$dq = mc_p dT_b = h(2\pi r) dx (T_w - T_{b1}) \tag{2.3}$$

Dimana  $T_w$  dan  $T_b$  masing-masing ialah suhu dinding dan suhu borongan pada

Dimana  $T_w$  dan  $T_b$  masing-masing ialah suhu dinding dan suhu borongan pada posisi  $X$  tertentu.

Didalam pipa mengalir jenis aliran turbulen yang sudah berkembang bahan nussult adalah :

$$Nu_d = 0,0023 Re d^{0,3} Pr^n \quad (2.4)$$

Dan untuk nilai eksponen  $n$  ialah :

$n = 0,4$  untuk pemanasan

$n = 0,3$  untuk pendinginan

#### 2.4. Kadar Air Pada Biji Coklat

Kadar air bahan yang terdapat pada suatu bahan pertanian, terdiri dari :

1. Air bebas yaitu air yang terdapat pada permukaan bahan sehingga energi yang dibutuhkan untuk menguapkannya tidak besar.
2. Air Terkait yaitu air yang terdapat dalam jaringan matriks bahan.

Hasil - hasil perkebunan pada umumnya merupakan material yang bersifat higroskopik sehingga selalu akan mengandung air di dalam jaringan sel-selnya. Ini berarti bahwa material menjadi basah atau kering tergantung pada temperatur dan kelembaban udara sekitar. Kadar air bahan biasanya dinyatakan sebagai perbandingan massa air yang dikandungnya terhadap massa bahan kering atau basah.



Gambar. Buah Cokelat yang Sudah Masak / Matang

#### 2.4.1. Kadar air basis basah

Perbandingan massa air yang terkandung di dalam bahan terhadap massa bahan basah total disebut kadar air basis basah. Dapat ditulis dengan rumus :

$$x_{bb} = \frac{m_{air}}{m_{total\ bahan}} \times 100\% \quad (2.1)$$

Dimana :

$$m_{bahan\ kering} = masa\ bahan\ kering$$

Di dalam analisis zat padat, biasanya kadar air ditentukan berdasarkan basis kering. Hal ini disebabkan perhitungan berdasarkan basis basah mempunyai kelemahan yaitu selalu berubah setiap saat. Untuk basis kering hal ini tidak akan terjadi massa kering bahan selalu tetap.

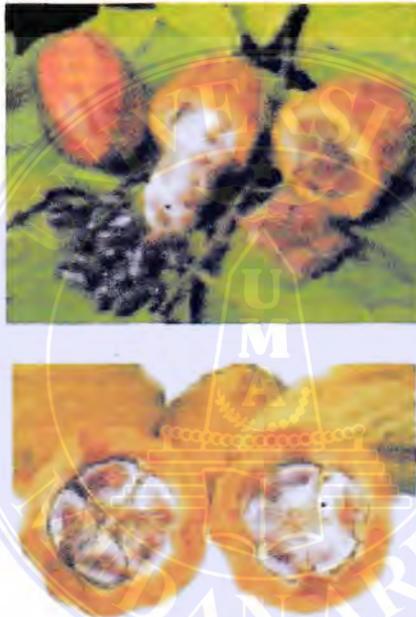
Berdasarkan kadar air diatas dapat ditentukan rasio pengeringan ( $RP$ )

$$\text{Atau, } RP = \frac{100 - X_1}{100 - X_0} \quad (2.3)$$

Dimana :

$X_0$  = Kadar air awal (%)

$X_1$  = Kadar air setelah pengeringan (%)



Gambar. Buah Cokelat yang Telah Dibelah

#### 2.4.2. Kadar Air Keseimbangan

Besarnya kandungan air bahan akan selalu berubah untuk mencapai keseimbangan dengan uap air pada udara sekitarnya. Oleh karena itu untuk temperatur dan kelembaban relatif udara yang tertentu, terdapat kadar air bahan yang tertentu pula pada saat keseimbangannya. Besarnya kadar air bahan pada

UNIVERSITAS MEDAN AREA  
 kesetimbangan dengan lingkungan sekitarnya disebut kadar air kesetimbangan.

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 13/9/23

kesetimbangan

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

### 2.4.3. Prinsip Penguapan

Psikometrik merupakan kajian tentang sifat-sifat campuran udara dan uap air. Penggunaan bagan psikrometrik adalah untuk menerangkan proses pengeringan secara sederhana. Bagian ini hanya berlaku untuk tekanan satu atmosfer.

Variabel - variabel yang penting dalam bagian ini untuk proses pengeringan adalah :

#### 1. Suhu bola kering, $t_{db}$ ( $^{\circ}C$ ).

Merupakan temperatur udara atau uap air pada keadaan kering, temperatur udara dapat diukur dengan sensor yang terdapat pada bagian di bawah alat.

#### 2. Suhu bola basah, $t_{wb}$ ( $^{\circ}C$ )

Merupakan temperatur udara jenuh kadang-kadang dinamai temperatur jenuh adiabatik. Temperatur diukur dengan thermometer yang dilengkapi dengan kain basah untuk menghilangkan pengaruh radiasi matahari. Jika udara lingkungan dalam keadaan tidak jenuh, air dalam kain basah akan menguap dan temperatur udara akan berkurang di bawah temperatur bola kering.

#### 3. Kelembaban relatif, RH (%)

Dari hubungan untuk gas ideal dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$RH = \frac{\text{Tekanan parsial uap air}}{\text{Tekanan jenuh air pada suhu yang sama}} \times 100\% \quad (2.4)$$

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)13/9/23

#### 4. Rasio Kelembaban, $w$ ( $\text{kg}^{\text{ua}}/\text{kg}^{\text{uk}}$ )

Rasio kelembaban merupakan perbandingan antara berat uap air dan berat udara kering pada udara lembab

$$w = \frac{m_r}{m_u} \text{ (Kg uap air / Kg udara kering)} \quad (2.5)$$

Dengan menggunakan persamaan tingkat keadaan gas ideal, didapat :

$$w = 0,622 \cdot \frac{P_s}{P_t - P_s} \quad (2.6)$$

Dimana :

$P_t$  = Tekanan atmosfer (Pa)

$P_a$  = Tekanan parsial udara kering (Pa)

$P_s$  = Tekanan parsial uap air dalam keadaan jenuh (Pa)

Tekanan total dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$P_t = P_a + P_s \quad (2.7)$$

#### 5. Entalphi, $h$ ( $\text{kJ} / \text{kg}$ )

Entalphi udara lembab adalah jumlah entalphi udara kering dan entalphi uap air. Harga entalphi nol untuk uap air yang berada pada suhu  $0^\circ\text{C}$ . Persamaan

untuk entalphi yaitu :

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 13/9/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)13/9/23

$$h = C_p \cdot t_{db} + w \cdot h_{fg} \quad (2.8)$$

Dimana :

$C_p$  = Kalor spesifik udara pada tekanan konstan (kj / kg<sup>0</sup>C).

$t_{db}$  = Suhu udara campuran (<sup>0</sup>C).

$h_{fg}$  = Entalphi uap pada suhu campuran udara uap air (kj / kg).

#### 6. Volume spesifik, $v$ (m<sup>3</sup>/kg).

Merupakan perbandingan antara volume udara campuran dengan massanya.

Dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$v = \frac{287 \cdot (t_{db} + 273,15)}{P_t - P_s} \quad (2.9)$$

#### 7. Perpindahan gabungan kalor dan massa (air).

Apabila udara memindahkan kalor dan massa (air) kesuatu permukaan basah maka keadaan udara yang terlihat pada bagan psikometrik bergerak ke arah garis pada suhu permukaan basah tersebut.

Energi yang digunakan untuk menguapkan kadar air bahan sebanding dengan perubahan entalphi yang terjadi didalam ruang pengering, dirumuskan sebagai berikut :

Dimana :

$m_a$  = masa udara yang dibutuhkan untuk pengeringan (kg)

$\Delta h$  = perubahan entalphi rata-rata dalam ruangan pengeringan  
(kj/kg)

## 8. Proses Perpindahan Massa.

Proses ini terjadi akibat perbedaan tekanan uap air didalam bahan dengan tekanan potensial uap air di udara. Ketika udara panas diakibatkan melalui bahan, tekanan parsial uap air bahan akan naik sehingga cairan akan bergerak menuju permukaan. Cairan ini selanjutnya dipindahkan kearah dalam fasa gas.

Banyaknya uap air yang dipindahkan keudara adalah :

$$m_w = m_b \cdot (x_2 - x_1) \quad (2.11)$$

Dimana :

$m_w$  = Massa uap air yang hams dipindahkan (kg)

$m_b$  = Massa bahan (kg)

$x_2$  = Kadar air setelah pengeringan (%)

$x_1$  = Kadar air awal (%)

Bila dihubungkan dengan perbedaan tekanan parsial antara uap air dalam bahan dengan tekanan parsial uap air di udara, massa uap air yang dipindahkan ke udara dapat dihitung dengan rumus berikut :

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 13/9/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area  
Access From (repository.uma.ac.id)13/9/23

$$M_w = km. A. (P_s - P_a) \quad (2.13)$$

Dimana :

$m_w$  = Laju aliran uap ke udara (kg/s)

$m_a$  = Laju aliran udara (kg/s)

$w_1$  = Ratio kelembaban udara di dalam ruang pengeringan (kKg/kg)

$w_2$  = Ratio kelembaban udara ke luar pengering (kg/kg)

Perpindahan massa dalam tingkat mikroskopik terjadi akibat difusi atau penyebaran dari daerah konsentrasi tinggi ke daerah konsentrasi rendah.

Laju difusi dapat ditempuh dari hukum Fick tentang difusi yang menyatakan bahwa fluks massa dari suatu konstituen persatuan luas perbanding lurus dengan gradient suhu.

Rumus dari hukum Ficks dinyatakan sebagai berikut :

$$\frac{m}{A} = -D. \frac{\delta_c}{\delta\mu} \quad (2.14)$$

Dimana :

$m$  = Fluks massa persatuan volume (kg/s)

$A$  = Luas permukaan yang terjadi difusi ( $m^2$ )

UNIVERSITAS MEDAN AREA  $D$  = Koefisien difusi ( $m^2/s$ )

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 13/9/23

$C$  = Konsentrasi massa persatuan volume ( $kg/m^3$ )

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area  
Access From (repository.uma.ac.id)13/9/23

Kesulitan utama dalam menentukan koefisien difusi bahan perkebunan adalah data experimental yang masih langka. Difusi yang terjadi pada bahan perkebunan adalah difusi zat cair-zat padat. Difusi zat padat sangat rumit karena terdapat pengaruh medan gaya molekul yang sangat kuat dalam proses ini, untuk mengatasinya biasanya digunakan nilai koefisien difusi hasil percobaan. Nilai numerik koefisien difusi untuk zat padat jauh lebih rendah dari pada gas. Hal ini disebabkan oleh besarnya medan gaya molekul dan banyaknya tumbukan molekul yang terjadi.

Koefisien perpindahan massa dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$m = h_D \cdot A \cdot (C_1 - C_2) \quad (2.15)$$

Dimana :

$m$  = Fluks massa difusi (kg/s)

$h_D$  = Koefisien perpindahan massa (nr/s)

$A$  = Luas permukaan berlangsung difusi ( $m^2$ )

$C_1, C_2$  = Konsentrasi tempat berlangsungnya difusi ( $kg/m^3$ )

Bila ditinjau untuk difusi yang melintasi tebal  $\Delta x$  pada keadaan tunak maka besarnya koefisien perpindahan massa didapat dari persamaan di bawah ini :

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 13/9/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area  
Access From (repository.uma.ac.id)13/9/23

$$m = \frac{-D.A.(C_2 - C_1)}{\Delta\chi} = h_D.A.(C_2 - C_1) \quad (2.16)$$

Dimana :

$$h_D = \frac{D}{\Delta\chi} \quad (2.17)$$

## 2.5. Defenisi Pengeringan

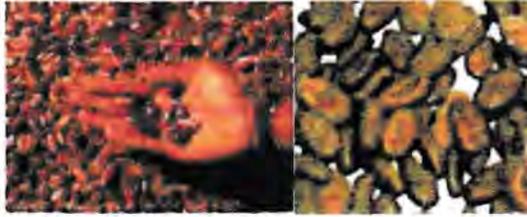
Defenisi pengeringan bahan secara umum adalah proses penurunan kadar air bahan sampai kadar air tertentu, dimana cairan bahan dikeluarkan dalam bentuk uap.

Kadaan kering akan berbeda-beda, tergantung pada karakteristik bahan dan persyaratan yang di inginkan, ada yang sudah dianggap kering tapi masih mengandung cairan, batu bara misalnya sudah dianggap kering walaupun masih mengandung empat persen air.

Pengeringan bahan perkebunan adalah penurunan kadar bahan sampai memenuhi persyaratan untuk disimpan atau diolah. Jumlah air yang harus diuapkan selama proses pengeringan adalah kurang lebih separuh dari berat bahan itu sebelum dikeringkan. Pengeringan biji cokelat dapat dilakukan dengan sinar matahari atau pengeringan buatan. Dengan sinar matahari dibutuhkan waktu 3 hari sampai biji menjadi benar-benar kering. Pengeringan biji cokelat basah dilapangan mengalami pengurangan berat sampai 37%.

Dengan pengeringan buatan pengeringan biji cokelat berlangsung pada temperatur  $72^{\circ}\text{C} - 102^{\circ}\text{C}$  pada ruang pembakaran selama 4-12 jam dengan

cokelat diletakkan di kawat kasa dan dibagian bawahnya dihembuskan udara panas dengan temperatur ruang pengering  $50^{\circ}\text{C}$  -  $66^{\circ}\text{C}$ .



Gambar. Biji Cokelat yang Sudah Kering

## 2.6. Mekanisme Proses Pengeringan

Proses pengeringan pada dasarnya dapat dibagi kedalam dua periode yaitu

1. Periode laju konstan, dan
2. Periode laju pengeringan menurun.

### 2.6.1. Periode Laju Pengeringan Konstan.

Proses laju pengeringan konstan adalah periode pengeringan dimana selama proses ini berlangsung laju perpindahan air persatuan luas permukaan pengeringan mempunyai harga konstan.

Pada periode ini pengeringan berlangsung melalui proses difusi uap dari permukaan jenuh material melewati suatu lapisan tipis udara, kelingkungan sekitarnya. Kebasahan bergerak didalam benda cukup cepat untuk menjaga suatu

kondisi jenuh pada permukaan, dan laju pengeringan terkontrol oleh laju perpindahan panas terhadap permukaan yang menguap.

Document Accepted 13/9/23

© Hak Cipta Ditinjau Under the License

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)13/9/23

### 2.6.2. Periode Laju Pengeringan Menurun

Periode laju menurun adalah suatu periode pengeringan selama masa laju pengeringan sesaat berkurang secara kontinyu. Periode ini dimulai bila periode laju konstan berakhir, pada kadar air kritis.

Secara praktis hampir semua hasil-hasil perkebunan yang baru di panen, terutama pada material yang diuji pada penelitian pada kadar air kritis ini kadarnya berada di atas kadar air kritis.

Pengeringan pada periode laju menurun melengapi dua proses :

1. Gerakan air di dalam material kepermukaan, dan
2. Perpindahan air dari permukaan ke lingkungan sekitar.

### 2.7. Pengaruh Pada Proses Pengeringan

Pada proses pengeringan harus di perhatikan suhu udara pengeringan. Semakin besar perbedaan antara suhu udara kering dengan suhu bahan maka semakin besar pula kecepatan perpindahan panas kedalam bahan sehingga penguapan air akan lebih banyak dan cepat. Karena air di keluarkan dari bahan dalam bentuk uap maka harus secepatnya dikeluarkan dari dalam ruang pengering, jika tidak maka air akan menjenuhkan udara atmosfer pada permukaan bahan sehingga memperlambat pengeluaran air selanjutnya.

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 13/9/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)13/9/23

## 2.8. Efisiensi Pengeringan

Yang dimaksud dengan efisiensi pengeringan adalah hasil perbandingan antara panas yang dibutuhkan dengan penggunaan panas yang sebenarnya dalam pengeringan. Efisiensi penting untuk pendugaan bentuk pengeringan dan memilih alternatif pengeringan. Jumlah panas yang digunakan untuk pengeringan dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut :

$$Q = Q_1 + Q_2 \quad (2.5)$$

Dimana :

$Q$  = Jumlah panas yang digunakan untuk memanaskan dan menguapkan air dan bahan (kj)

$Q_1$  = Jumlah panas yang digunakan untuk memanaskan bahan (kj)

$Q_2$  = Jumlah panas yang digunakan untuk menguapkan air baan (kj)

Jumlah panas yang digunakan untuk memanaskan bahan dapat dihitung pada rumus berikut :

$$Q_1 = mb \times C_p \times \Delta t \quad (2.6)$$

Dimana :

$mb$  = Massa bahan yang dikeringkan (kg)

$C_p$  = Panas jenis bahan (kj/kg. °C)

$\Delta t$  = Kenaikan suhu bahan (°C)

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 13/9/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area  
Access From (repository.uma.ac.id)13/9/23

Kenaikan suhu bahan adalah pertambahan suhu bahan dari kondisi sebelum dikeringkan. Pada perhitungan suhu bahan setelah dipanaskan dapat diasumsikan sama dengan suhu penguapan udara kering.

Untuk menentukan efisiensi pengeringan digunakan rumus berikut :

$$\eta = \frac{Q}{q} \times 100\% \quad (2.7)$$

Dimana :

$\eta$  = Efisiensi pengeringan

$Q$  = Kalor yang digunakan (Kj)

$q$  = Kalor yang diterima dari udara pengering (Kj)

Dengan mengetahui efisiensi alat pengering dapat dilakukan penyesuaian terhadap bahan yang dikeringkan, misalnya untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan agar tercapai kadar air yang dikeringkan.

## 2.9. Kerangka Pemikiran

Untuk mengatasi kendala yang dihadapi para petani cokelat diatas adalah dengan menggunakan alat pengering cokelat yang menggunakan sekam padi sebagai penghasil panas, jadi para petani cokelat dapat mengeringkan hasil panen mereka kapan saja karena alat ini tidak pengaruh oleh cuaca dan dapat dipakai dimana saja karena alat ini juga mudah dipindahkan.

## 2.10. Hipotesa

Hipotesa adalah dugaan atau jawaban sementara terhadap masalah yang masih diuji kebenarannya. Hipotesanya adalah :

"Apabila alat pengering biji cokelat dengan menggunakan sekam padi sebagai penghasil panas ini dapat berfungsi dengan baik, maka para petani biasa mengeringkan hasil panen mereka dengan waktu yang lebih singkat dan tanpa terpengaruh oleh faktor cuaca". Berdasarkan penjelasan diatas maka hipotesa penulis adalah:

- Petani bisa mengeringkan hasil panen mereka hanya dengan waktu 4 1/2 jam bila dibandingkan dengan panas matahari yang makan waktu sampai 12 jam.
- Pengeringan bisa dilakukan kapan saja karena alat ini tidak terpengaruh oleh factor cuaca dan dimana saja karena alat ini juga mudah dipindahkan.

## BAB III

### METODELOGI PENELITIAN

#### 3.1. Objek Penelitian

Dalam penelitian ini penulis menganalisa besarnya temperatur ruang pembakaran, temperatur ruang pengering dan bahan uji yaitu biji cokelat.

#### 3.2. Metode dan Desain Alat

Tray dryer adalah pengeringan berbentuk rak, mempunyai bentuk persegi yang didalamnya berisi rak-rak yang dapat dikeluarkan atau dipasang tetap. Bahan diletakkan diatas rak yang terbuat dari kawat kasa, tergantung dari jenis bahan yang dikeringkan. Untuk kakao, dapat digunakan kawat kasa yang tipis dan yang kasar anyamannya. Jumlah rak dipergunakan tergantung keperluan, makin banyak jumlah bahan yang dikeringkan makin banyak pula rak yang harus dipakai dan disesuaikan dengan ukuran ruang pengering. Rangka yang digunakan untuk rak ini terbuat dari kayu yang dicat, sehingga tidak banyak menyerap panas.

Keuntungan pengeringan dari jenis ini adalah penumpukan bahan dapat dihindari karena adanya penggunaan rak secara bertingkat. Untuk membantu pengaliran udara pada sisi-sisi rak dibuat celah secara berlawanan dan rak yang dipilih adalah yang berlubang-lubang (dari kawat kasa) sehingga pengeringan lebih sempurna.

Konstruksi (rangka) ruang pengeringan dapat dibuat dari plat besi atau plat alumunium yang diberi sekat dengan gabus agar panas tidak terserap keluar. Alat yang dirancang khusus ini terdiri dari dua bagian yaitu alat pemanas dan alat pengering yang masing-masing mempunyai fungsi tertentu. Alat pemanas berfungsi sebagai pemberi panas ke ruang pengeringan, dan alat pengering berfungsi sebagai ruangan tempat meletakkan bahan yang akan dikeringkan.

Untuk menghindari penurunan tekanan, maka luas celah dibuat serangan dengan luas penampang antara masing-masing rak. Luas celah yang digunakan dapat dipakai rumus dibawah ini:

$$Ac = \frac{Q}{V} c \quad (4.1)$$

Dimana :

$Q$  = Debit udara melewati celah ( $m^3/s$ )

$V$  = Kecepatan udara pengering ( $m/s$ )

$Ac$  = Luas celah ( $m^2$ )

Dimensi utama dari ruang pengering yang dirancang ini adalah:

$Ar$  = Luas tiap rak yang digunakan

$Ac$  = Luas celah saluran udara

$tp$  = Tinggi ruang pengering

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 13/9/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)13/9/23

Langkah - langkah perencanaan yang dilakukan adalah :

### 3.2.1. Untuk menentukan dimensi ruang pengering.

- a. Menetapkan massa bahan yang akan dikeringkan ( $mb$ )
- b. Menentukan kadar air awal ( $X_1$ ) dan kadar air akhir ( $X_2$ ).
- c. Menentukan suhu awal, suhu pengering dan suhu keluar pengeringan ( $t$ )
- d. Menguji kemungkinan berlangsungnya proses untuk mendapatkan kadar air akhir, yaitu dengan menghirung kadar air kesetimbangan bahan ( $xe$ )
- e. Menghitung jumlah air yang harus diuapkan ( $mw$ )
- f. Menghitung massa udara yang diperlukan dalam pengeringan
- g. Menetapkan massa udara yang diperlukan dalam pengeringan
- h. Menetapkan tebal lapisan biji coklat tiap rak untuk menentukan lama pengeringan.
- i. Menghitung debit udara ( $mx$ ) dan laju aliran uap air dari bahan ( $mv$ ).  
Kecepatan udara melewati rak (diasumsikan), sehingga luas jarak tiap rak didapat ( $Ac$ ).
- j. Menghitung luas alas rak pengeringan ( $Ar$ )

1. Menghitung tinggi ( $tp$ ) dan volume ruang pengering ( $Vp$ )

### 3.2.2. Menghitung kebutuhan udara panas

- a. Menghitung perubahan entalpi dalam ruang pengering, selain itu juga dapat dilihat langsung dari grafik psikometrik.

UNIVERSITAS MEDAN AREA

b. Menghitung jumlah energi panas yang dibutuhkan bahan.

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 13/9/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area  
Access From (repository.uma.ac.id)13/9/23

- c. Menentukan efisiensi ruang pengeringan.

### 3.2.3. Pemilihan Blower

Blower yang digunakan dipilih berdasarkan :

- Volume udara yang dipindahkan
- Tekanan statis yang terjadi (dipengaruhi oleh laju aliran udara dan ukuran serta kondisi bahan)



Gambar. Kipas

Untuk menghitung debit udara udara yang dihasilkan oleh blower dapat dipakai rumus :

$$Q = A. t. n. z \quad (4.2)$$

Dimana :

- $Q$  = Debit udara yang dihasilkan blower
- $A$  = luas penampang dalam - luas penampang (pada blower)
- $t$  = tebal daun kipas
- $n$  = putaran blower
- $z$  = jumlah daun kipas

### 3.2.4. Pemilihan Isolasi Pengering

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

Dalam menentukan isolasi yang digunakan harus memenuhi syarat yaitu :

- Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
- Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
- Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

- a. Mempunyai nilai konduktivitas termal yang rendah.
- b. Harga yang relatif rendah, karena alat ini merupakan teknologi tepat guna dengan sasaran penggunaan adalah pada masyarakat pedesaan.
- c. Mudah memperolehnya dipasaran

### 3.3. Teknik Pengambilan Sampel

Teknik pengambilan sampel dengan menggunakan purposive sampling, yaitu metode penarikan sampel berdasarkan pertimbangan peneliti, maka penulis mengambil sampel satu kali pengujian dan 10 kali pengukuran.

### 3.4. Teknik Pengambilan Data

Data yang dibutuhkan untuk analisis ini dikumpulkan dari berbagai sumber, diantaranya adalah:

1. dengan melakukan pengujian alat pengering biji cokelat dengan menggunakan bahan bakar sekam padi.
2. Studi pustaka dari perpustakaan Universitas Medan Area, buku literature yang mendukung penelitian sehingga diharapkan dengan landasan teori yang kuat akan diperoleh kesimpulan yang berbobot ilmiah.

### 3.5. Variabel Penelitian

Variabel-variabel Yang Diamati dalam Perancangan Alat Adalah :

1. Distribusi udara dan suhu.
2. Tekanan statis dalam ruang pengering

4. Isolasi ruang pengering
5. Sumber panas yang digunakan.

### 3.5.1. Distribusi Udara dan Suhu.

Pada pengeringan buatan pengaliran udara mempunyai fungsi untuk :

- a. Menyalurkan udara panas yang diperlukan untuk menguapkan air di dalam bahan.
- b. Memindahkan uap air yang terdapat diantara sela - sela bahan.
- c. Membawa uap air keluar ruangan pengering untuk menghindari terjadinya penjuhan air.

Distribusi suhu sangat mempengaruhi keseragaman kadar air didalam bahan yang dikeringkan. Distribusi suhu yang kurang merata menyebabkan kadar air yang tidak seragam.

### 3.5.2. Tekanan Statis Dalam Ruang Pengering.

Tekanan statis didalam ruang pengering dipengaruhi oleh :

- a. Tebal tumpukan bahan.

Semakin tebal tumpukan bahan akan menyebabkan semakin besarnya hambatan yang dialami udara. Semakin tebal tumpukan berarti menambah tekanan statis udara diantara rongga-rongga bahan.

- b. Kadar air

Bila kadar air bahan tinggi maka udara yang terdapat didalam ruangan

bertambah. Makin besar hambatan berarti tekanan statis dalam ruang pengering akan semakin besar pula.

### c. Laju aliran udara

Penurunan tekanan aliran udara yang melalui tumpukan bahan yang sebanding dengan tebal tumpukan. Bila tumpukan tinggi maka hambatan terhadap udara juga akan semakin besar.

Dari kekurangan diatas dapat dikatakan bahwa tekanan statis yang terjadi akan menghambat laju pengeringan. Untuk mengatasinya dapat digunakan alat untuk mengalirkan udara berupa blower.

### 3.5.3. Isolasi Ruang Pengering

Isolasi ruang pengering akan mempengaruhi laju kehilangan panas dari yang pengering. Untuk penggunaan praktis dapat dipakai isolasi dari bahan sekam padi, serbuk gergajian. Bila diinginkan laju kehilangan panas lebih kecil dapat dipakai isolasi dengan bahan konduktivitas termal bahan yang rendah.

### 3.5.4. Sumber Panas

Sumber panas haruslah dapat menyediakan panas sesuai dengan kebutuhan pengeringan. Pertimbangan yang paling utama adalah sumber panas harus membutuhkan biaya yang murah, baik dalam pembuatan maupun biaya operasi.

Disini dipakai sumber panas yang dihasilkan oleh pembakaran sekam padi.

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 13/9/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area  
Access From (repository.uma.ac.id)13/9/23

Sekam padi disini dipilih karena mempunyai kontinuitas pembakaran secara terus menerus sehingga dapat dipakai dalam waktu yang lama

Pemanfaatan sekam padi sebagai sumber energi pada alat pengeringan biji cokelat membutuhkan ruang bakar khusus seperti tungku. Disinilah kita perlu penerapan teknologi tepat guna (TTG) yang cocok untuk di pedesaan. Maka penulis disini mencoba mendisain tungku pemanas menggunakan prinsip alat penukar kalor. Tungku pemanas yang dibuat ini terdiri dari dua bagian utama, yaitu :

1. Ruang tempat pembakaran sekam padi.
2. Alat penukar kalor (pipa yang dipanaskan )

Alat ini mengalirkan udara luar masuk kedalam pipa pemanas yang dibantu dengan blower/fan. Perpindahan panas yang terjadi antara sekam padi dengan pipa pemanas adalah secara konduksi (hantaran) dan dari pipa pemanas ke udara yang dialirkan adalah secara konveksi paksa.

Ada beberapa keuntungan dari tungku pemanas dari sekam padi:

1. Lebih efisien dari segi biaya karena memakai bahan bakar limbah pertanian.
2. Proses pembuatan alat ini sangat mudah dan murah.
3. Tungku pemanas ini dirancang khusus sehingga abu bekas hasil pembakaran dapat turun dengan sendirinya melalui kawat kasa yang diletakkan dibagian bawah alat.

4. Abu hasil pembakaran sekam padi dapat dijual untuk abu gosok atau juga dapat dipakai untuk pupuk organik.
5. Aroma khas dari bahan yang dikeringkan tidak hilang alat pemanas ini tidak langsung memanfaatkan asap panas dari hasil proses pembakaran, tetapi menggunakan sebuah alat penukar kalor yang berfungsi mengalirkan udara bersih yang dipanaskan didalam pipa pemanas.

Dari keterangan diatas dapat dilihat bahwa banyak sekali keuntungan alat ini dan diharapkan alat ini dapat membantu para petani mengatasi masalah sumber energi panas.

### 3.6. Alat Ukur Penelitian

Alat - alat ukur yang digunakan pada pengujian ini adalah :

1. Termometer, digunakan untuk mengukur temperatur udara lingkungan dan temperatur diruang pengeringan.
2. Timbangan berkapasitas 10 kg, digunakan untuk menimbang massa bahan uji.
3. Stopwatch, digunakan untuk mengukur waktu diperlukan untuk pengeringan.

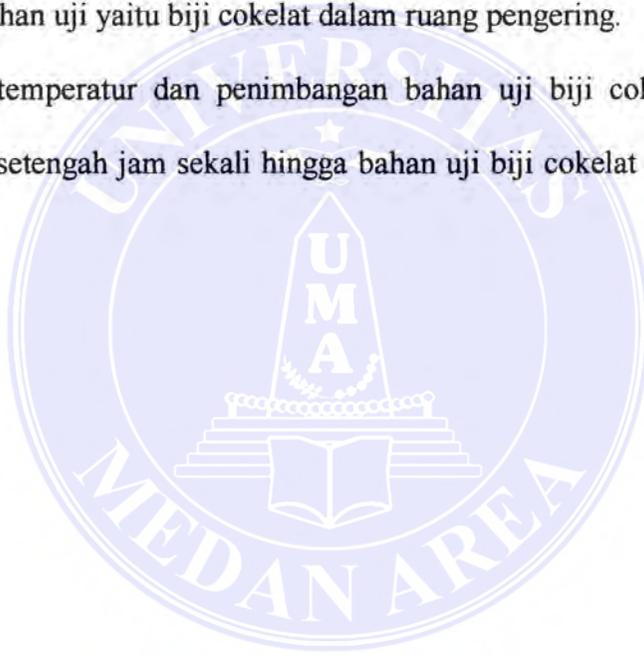


Gambar. Thermometer Analog

### 3.7. Cara Menganalisa

Langkah-langkah yang dilakukan dalam menganalisa yaitu :

1. Langkah persiapan yaitu mempersiapkan alat pengering biji cokelat dengan menggunakan bahan bakar sekam padi, alat ukur, bahan bakar sekam padi dan bahan uji yaitu biji cokelat.
2. Pemanasan alat pengering yang dilakukan dengan pembakaran bahan bakar sekam padi pada ruang pembakaran selama satu jam.
3. Masukkan bahan uji yaitu biji cokelat dalam ruang pengering.
4. Pengukuran temperatur dan penimbangan bahan uji biji cokelat selama 5 menit setiap setengah jam sekali hingga bahan uji biji cokelat dalam keadaan kering.



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Kesimpulan

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

1. Proses pengeringan dengan menggunakan sekam padi jauh lebih cepat dan efisien bila dibandingkan dengan pengeringan dipanaskan dengan terik matahari.
2. Temperatur maksimum pada ruang pemanas adalah 102 C  
Temperatur maksimum pada ruang pengering adalah 66 C
3. Waktu yang diperlukan untuk mengeringkan biji cokelat hingga kering adalah 4 jam 30 menit.
4. Kapasitas produksi 3000 gram."
5. Kadar air bahan untuk kapasitas ini adalah:
  - Kadar air awal :100%
  - Kadar air akhir : 4 %
6. Jumlah rak yang digunakan sebanyak 3 buah.
7. Ukuran masing-masing rak adalah 28 cm x 24 cm.
8. Jarak masing-masing rak 6 cm.
9. Luas celah yang digunakan adalah 0,0056 m2.

11. Volume ruang pengeringan 0,0728 m<sup>3</sup>.
12. Energi yang dihasilkan oleh pemanas sekam padi adalah 99,14 W.
13. Efisiensi ruang pengeringan 75,4 %.
14. Isolasi yang digunakan adalah papan gabus dengan konduktivitas thermal 0,043 w/m °C.

## 5.2. Saran

1. Alat pengering biji cokelat dengan menggunakan sekam padi ini perlu dikembangkan dengan kapasitas yang lebih besar lagi agar pengeringan biji cokelat bisa dalam jumlah yang lebih besar.
2. Perlu dicoba dengan menggunakan jenis bahan bakar yang berbeda seperti serbuk gergaji yang dapat menghasilkan panas yang optimal.
3. Untuk mengatasi krisis energi, kita memang perlu mencari sumber energi alternatif yang lebih efisien dan ramah lingkungan.

## DAFTAR PUSTAKA

1. AMIN, SARMADI, SILABAN, MAWARDI, **Peningkatan Mutu Kakao Rakyat dengan Alat Pengering Energi Matahari dan Perbaikan Proses**, Ipteknet, 2002.
2. HOLMAN, J.P, **Perpindahan Kalor**, Jakarta : Erlangga, 1993.
3. HOLMAN, J.P, **Perpindahan Kalor**, Jakarta : Erlangga, 1997.
4. KREITH FRANK, ARKO PRIJONO, **Prinsip-Prinsip Perpindahan Panas**, Edisi Ketiga, Jakarta : Erlangga, Universitas Medan Area, 1997.
5. NASUTION A, **Kaji Eksperimental dan Teoritik Penentuan Karakteristik Pengeringan Produk Pertanian**, Medan, Universitas Medan Area, 1998.
6. NASUTION A, **Pengeringan dan Penyimpanan Hasil Panen**, Medan, Universitas Medan Area, 1997.
7. NAINGGOLAN, WERLIN .S, **Thermodinamika**, Bandung : Armico, 1978.